

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа
Технологические машины и оборудования нефтегазового комплекса

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Э.А. Петровский
« ____ » _____ 2017г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

21.03.01.07 «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов
нефтегазового производства»

Повышение износостойкости опор траверсы станка-качалки

Руководитель	_____	к.т.н., доцент	<u>С.Г. Докшанин</u>
Выпускник	_____		<u>Е.С. Калошина</u>

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа
Технологические машины и оборудование нефтегазового комплекса

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Э.А. Петровский
« ____ » _____ 2017г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Калошиной Елене Сергеевне
фамилия, имя, отчество

Группа ГБ 13-07 Направление (специальность) 21.03.01
номер код

Нефтегазовое дело
наименование

Тема выпускной квалификационной работы: Повышение износостойкости опор траверсы станка-качалки.

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР С.Г. Докшанин, кафедра ТМиОНГК, канд.техн.наук, доцент
инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР:

1) Технические характеристики станка-качалки. 2) Технические характеристики подшипников опор траверсы. 3) Конструкции опоры траверсы. 4) Материалы информационно-патентного поиска по методам повышения долговечности подшипников качения.

Перечень разделов ВКР:

1) Анализ эксплуатации узлов машин и оборудования с реверсивным движением. 2) Устройство и эксплуатация станков-качалок. 3) Разработка конструкции опоры траверсы с повышенным сроком службы.

Перечень графического материала:

1) Устройство и конструкция станка-качалки. 2) Конструкция опоры траверсы станка-качалки. 3) Реверсивное трение и его влияние на долговечность подшипниковых опор. 4) Вносимые изменения в конструкцию 5) Выносимое на защиту предложение. 6) Заключение по работе.

Руководитель ВКР _____
Докшанин

подпись

_____ С.Г.

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению
Калошина

_____ Е.С.

подпись, инициалы и фамилия студента

« _____ » _____ 2017 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Повышение износостойкости опоры траверсы станка-качалки» содержит 72 страницы текстового документа, 5 приложений, 32 рисунка, 19 использованных источников, 2 листа графического материала.

СТАНОК-КАЧАЛКА, ОПОРА ТРАВЕРСЫ, ХРАПОВЫЙ МЕХАНИЗМ, РЕВЕРСИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ, ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ОПОР, МОДЕРНИЗАЦИЯ, ПОДШИПНИК КАЧЕНИЯ.

Объект работы: опора траверсы станка-качалки

Цели работы:

- повысить износостойкость опоры траверсы станка-качалки модернизацией данного узла.

Задачи работы:

- провести анализ влияния реверсивного трения на работу узлов и механизмов;
- провести патентно-информационный обзор конструкций, исключающих реверсивное движение;
- разработать новую конструкцию на основе рассмотренных патентов;
- внедрить новую конструкцию в станки-качалки.

Актуальность работы заключается в возможности сокращения затрат на выполнение ремонтных работ подшипниковых опор траверсы станка-качалки и продлении времени эксплуатации в межремонтный период.

Новизна технического предложения состоит в том, что использование храпового механизма в конструкции опоры траверсы не находило применения в серийных моделях станков-качалок.

Эффективностью технического предложения является повышение производительности подшипниковых опор за счёт сокращения ремонтного времени.

В результате представленного в работе патентно-информационного обзора были рассмотрены конструкции шарнирных соединений, исключающие реверсивное движение и повышающие долговечность узла. Выполнен расчёт на долговечность подшипника качения в условиях реверсивного движения.

В итоге была предложена модернизация конструкции опоры траверсы-станка качалки с заменой реверсивного движения на прерывистое вращательное.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Анализ подшипниковых опор в режиме реверсивного движения.....	5
1.1 Узлы машин и оборудования с реверсивным движением.....	5
1.2 Влияние реверса на долговечность узлов машин и механизмов.....	6
1.3 Общие сведения о подшипниках качения.....	17
1.4 Повреждения подшипников качения при реверсивном движении.....	19
1.5 Методы повышения долговечности подшипников качения.....	20
1.6 Заключение.....	25
2 Конструкция и условия эксплуатации станков-качалок.....	26
2.1 Общие сведения о станках-качалках.....	26
2.2 Опора траверсы станка-качалки.....	37
2.3 Причины выхода из строя опоры траверсы станка-качалки.....	40
2.4 Заключение.....	41
3 Техническое предложение по повышению износостойкости опоры траверсы станка-качалки.....	42
3.1 Расчёт ресурса работы подшипника качения.....	42
3.2 Существующие конструкции опор с механизмами принудительной фиксации.....	43
3.3 Конструктивное предложение по повышению долговечности опоры траверсы станка-качалки.....	50
Заключение.....	55
Список использованных источников.....	56
Приложения А-Г Отчёт о патентных исследованиях.....	59
Приложение Д Графические материалы.....	72

ВВЕДЕНИЕ

Современные оборудования немислимы без использования подшипниковых узлов, которые во многом обуславливают работоспособность механизма в целом. Узел подшипника обеспечивает восприятие осевых, радиальных и комбинированных нагрузок, а также предотвращает осевое смещение вала.

Подшипниковый узел объединяет в себе подшипник и корпус подшипника (чаще всего он изготавливается из чугуна). Корпус может состоять из двух или более частей, которые могут быть привинчены на посадочную поверхность болтами.

Впервые подшипниковые узлы были изготовлены в Японии, а позже в Европе и Америке большими темпами начало развиваться производство подшипниковых узлов.

Наибольшим спросом пользуются подшипниковые узлы следующих марок: Швеция – SKF; Германия – FAG, INA, IDC, ELGES; Япония – Коуо, ASAHI, THK, NSK, FYN, NTN, IKO, EZO; Франция – SNR; США - TIMKEN, ROLLWAY, McGill. Производством подшипников занимаются также Австрия, Чехия, Китай, Румыния, Испания, Сербия и др.

Несмотря на обилие импортных подшипников, отечественные подшипники являются достаточно конкурентоспособными изделиями и некоторые заводы поставляют свою продукцию в зарубежные страны. Самыми крупными заводами-производителями подшипников являются: "Курский подшипниковый завод", "Волжский подшипниковый завод", ОАО "Московский подшипник", "Саратовский подшипниковый завод", «Самарский подшипниковый завод».

Область применения подшипниковых узлов невероятна огромная. Они присутствуют практически во всех конструкциях, в которых имеются подвижные части.

Подъемно-транспортные и сельскохозяйственные машины, электродвигатели, летательные аппараты, локомотивы, вагоны, металлорежущие станки, зубчатые редукторы, оборудования нефтяной и газовой промышленности и многие машины и механизмы содержат в своей конструкции большое количество подшипниковых узлов.

1 Анализ подшипниковых опор в режиме реверсивного движения

1.1 Узлы машин и оборудования с реверсивным движением

Во многих механизмах контактирование трущихся поверхностей происходит в режиме реверсивного трения (возвратно-поступательного, возвратно-вращательного).

Примерами таких пар трения являются узлы трения трансмиссий и ходовых частей транспортных машин, подвижных единиц железнодорожного транспорта, направляющих станков, кузнечно - прессового оборудования и т.д.

Шарниры шатунов, толкатели и направляющие кулачковых механизмов, широко используемых в машиностроении (для управления клапанами, кроме того в суппортах станков автоматов, несущих режущие инструменты, а также в различных машинах автоматах для приводов движения рабочих органов) и ряд других узлов подвержены отрицательному воздействию реверсивного трения.

Шарниры манипуляторов, применяемые в конструкциях транспортных и транспортно - технологических машин, используемых в сельском хозяйстве, лесозаготовительном производстве, строительстве испытывают на себе негативное влияние реверсивного трения [1].

В станках большинства типа для обработки на них деталей необходимо менять направление некоторых движений. В этом случае прибегают к использованию реверсивных механизмов.

Реверсивные механизмы также применяются в автомобильных кранах с механическим приводом. Здесь данный механизм служит для изменения направления вращения барабанов грузовой и стреловой лебёдок и поворотной части крана.

Реверсивные механизмы применяются в металлорежущих станках. Возвратно – поступательное движение инструмента встречается у долбежных, протяжных, части зубообрабатывающих и некоторых других станков [2].

К узлам, работающим в режиме возвратно-поступательного движения, относятся детали двигателей внутреннего сгорания. Одним из важнейших узлов трения является цилиндро-поршневая группа, рабочие органы которой работают в условиях реверсивного трения.

Карданные механизмы автомобилей, поршневые пальцы, распределительные валы двигателей, коромысла распределительных механизмов, опоры кривошипно-шатунных механизмов относятся к узлам машин с качательным движением.

В кривошипно-шатунных механизмах происходит возвратно-поступательное движение ползуна за счёт вращательного движения кривошипа; в кривошипно-реечных механизмах, применяемых в зубодолбёжных станках, происходит сообщение возвратно-поступательного движения штосселю с долбяком; в кулисных механизмах, которые используются в приводах главного движения долбёжных и поперечно-строгальных станков, происходит возвратно-поступательное движение рабочего органа [2].

Узлы с реверсивным трением часто встречаются в нефтегазовом оборудовании. Опоры траверсы и опоры балансира привода штангового скважинного насоса (станка-качалки) совершают качательное движение.

Качательное движение является причиной преждевременного выхода из строя подшипников огромного количества оборудования, в частности станка-качалки.

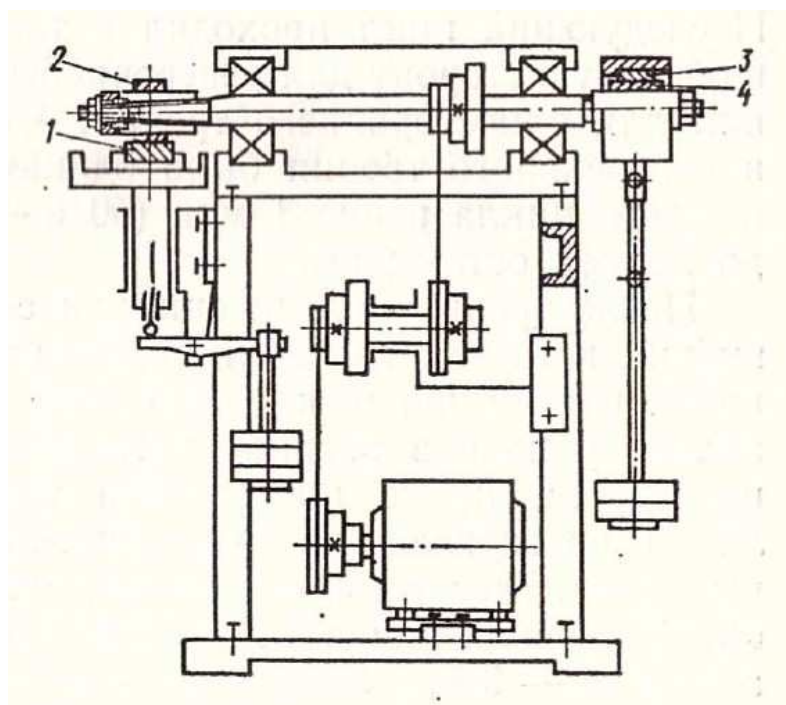
1.2 Влияние реверса на долговечность узлов машин и механизмов

Изучением влияния реверсивного трения на износ материалов занималось большое количество как отечественных учёных, так и зарубежных: Ф.П. Боуден, Д. Тейбор, Евдокимов В.Д., Р.Н. Протасов, Ш.М. Билик, Р. Вард, В.В.Аджер, В.И. Комендант, А.С.Ахматов, Б.В.Ратнер, А.Г. Молчанов и др.

Значительный вклад в изучение реверсивного трения внёс Евдокимов Вадим Дмитриевич, исследования которого позволили изучить механизм протекания реверсивного трения, а также дать сравнительную оценку работы узлов машин при одностороннем и реверсивном движениях.

Было установлено, что поверхности трения при реверсивном трении испытывают на себе некоторые изменения, в основе которых лежат упруго-пластические и пластические деформации.

Разнообразные эксперименты для изучения свойств реверсивного трения проводились в основном на машинах, аналогичных представленной на рисунке 1.



1 – неподвижный образец; 2 – кольцо; 3 – вкладыш; 4 – втулка

Рисунок 1 – Схема машины трения

При реверсивном движении трущихся поверхностей силы трения и соответствующие им деформации меняют знак. Перемена знака деформирования в первую очередь отражается на упругих, а затем и на пластических деформациях. При реверсивном трении силы трения и

соответствующие им деформации вне зоны контакта значительно больше, чем при одностороннем трении.

За счёт волн упругих деформаций происходит ускорение развития усталостных процессов вне зоны контакта, а потом и в зоне контакта.

Упругие деформации поверхностных слоёв вне зоны контакта не исчезают, а сохраняются, накапливаются и, благодаря пластическим деформациям в зоне контакта и вблизи, становятся остаточными. Поэтому реверс отражается на остаточных внутренних напряжениях обоих контактирующих тел.

На рисунке 2 изображены эпюры напряжений для одностороннего пульсирующего трения (кривая 1), реверсивного трения (кривая 2) и пульсирующего трения с однократным реверсом через 5 минут (кривая 3).

Данные зависимости были установлены методом послойного стравливания и измерением деформаций, а также рентгенографическим методом с использованием косого среза образцов.

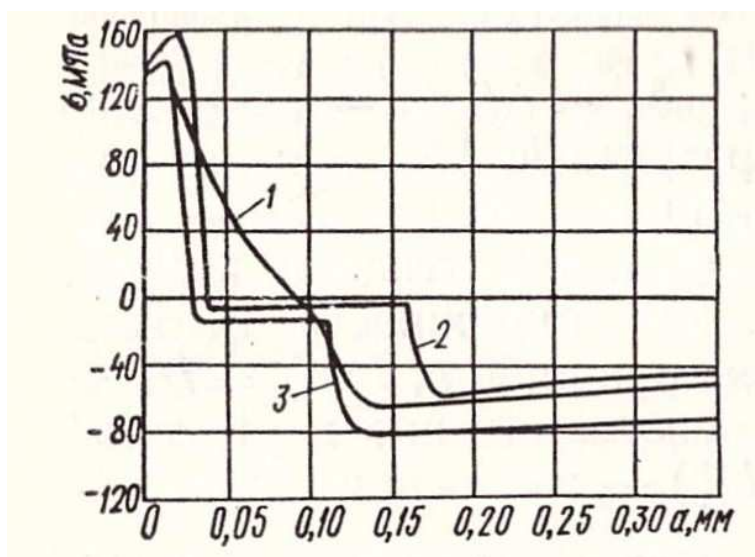


Рисунок 2 – Распределение внутренних напряжений по глубине от поверхности трения

При реверсивном трении наблюдается своеобразная зависимость деформаций образцов от глубины стравленного слоя – образование площадки равных деформаций.

На распределение напряжений существенное влияние оказывает не только частый реверс, но и однократный реверс. Достаточно раз поменять направление трения, чтобы эпюра напряжений приняла вид, свойственный частому реверсивному трению (рисунок 2, кривая 3).

Знакопеременные сдвиговые деформации приводят к более интенсивному, чем при одностороннем трении, расшатыванию микроструктуры, образованию новых поверхностей и разнообразных дефектов как в поверхностных, так и глубинных слоях металла. Возникающие деформации в большей степени располагают рабочие поверхности к задирам, схватыванию и износу, по сравнению с односторонним трением. При реверсивном трении наблюдается увеличение плотности дефектов, что приводит к коагуляции точечных дефектов (вакансий), которые в дальнейшем образуют микропоры, пустоты и трещины.

Сдвиговые процессы пластического деформирования, упрочнения, дефектообразования имеют различное протекание при одностороннем и реверсивном трении, что приводит к различиям в остаточных напряжениях сравниваемых режимов трения.

Реверсивность трения влияет на изменение микротвёрдости пластических деформаций. В зоне контакта при реверсивном трении образуется меньший и равномерный наклёп по сравнению с односторонним трением. Такие различия возникают из-за перераспределения пластической деформации под действием касательных сил.

При реверсивном трении происходит большее разупрочнение поверхностных слоев металла, чем при одностороннем трении. Повышенная температура является одним из объясняющих факторов этого явления.

Своеобразное распределение наклёпа при реверсивном трении объясняется тем, что развитие упрочнения под воздействием знакопеременных деформаций проходит в два этапа. На первом этапе, благодаря знакопеременным сдвиговым деформациям, в металле быстрее, чем при одностороннем трении происходит развитие пластических деформаций и

возникает предельное упрочнение, характерное для данного режима. На втором этапе знакопеременное деформирование исключает возможность упрочнения металла и приводит к расшатыванию микроструктуры и интенсификации усталостных процессов, как следствие, упрочнение сменяется разупрочнением.

При реверсивном трении температура трения выше, чем при одностороннем, поэтому это приводит к отпуску поверхностных слоёв и уменьшению глубины упрочнения.

Основываясь на достаточном количестве экспериментов для изучения влияния реверсивности трения на упрочнение поверхностных слоёв, Евдокимовым В.Д. впервые был сделан вывод о развитии разупрочнения поверхностных слоёв через промежуточную стадию предельного упрочнения методом экзоэлектронной эмиссии.

Эксперимент проводился на специальной машине трения, на жёстком основании которой закреплялась металлическая пластинка размером $0,3 \times 5 \times 100$ мм. По пластинке с определённой нагрузкой и скоростью одностороннего или реверсивного трения перемещался стальной ползун ножевидной формы.

При реверсивном трении происходит увеличение деформаций пластинки. Хотя после нескольких реверсивных проходов происходит стабилизация прогиба пластинки.

На рисунке 3 видно, что величина прогиба при реверсивном трении (кривая 1) выше, чем при одностороннем трении (кривая 4).

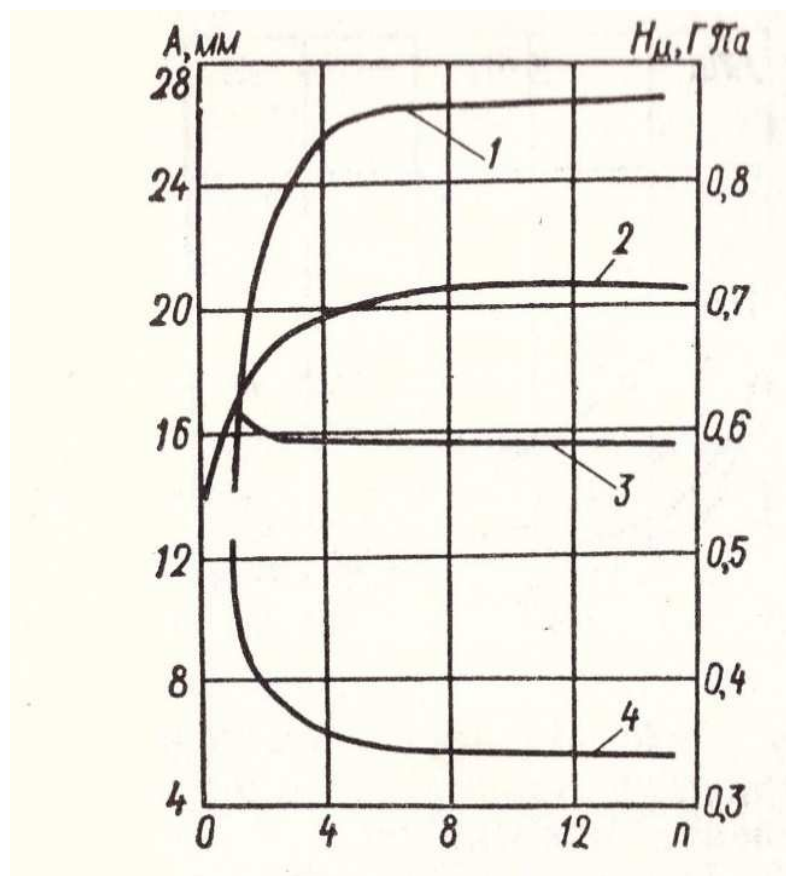


Рисунок 3 – Изменение погиба медной пластинки (1,4) и величины микротвёрдости (2,3) в зависимости от числа проходов ползуна и характера трения

Кривые 2 и 3 отображают величину микротвёрдости одностороннего и реверсивного трения соответственно. Кривая 2 лежит выше кривой 3, что соответствует более высокому упрочнению. Однако, и при реверсивном трении происходит увеличение микротвёрдости, по сравнению с исходным значением её величины.

Последовательное изменение характера трения отражается и на прогибе пластинки, и на микротвёрдости поверхностного слоя. Эта связь отображена на рисунке 4.

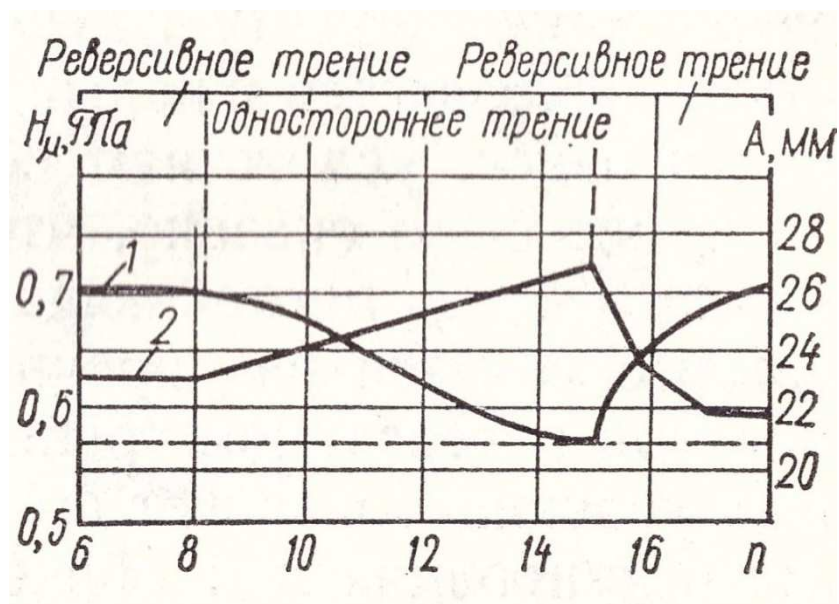


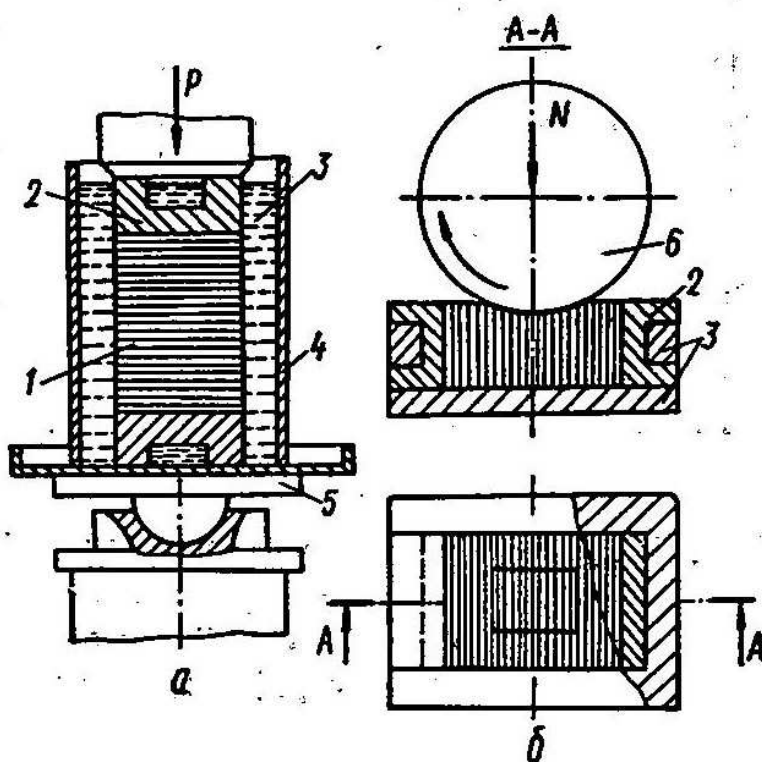
Рисунок 4 – Взаимосвязь деформации пластинки (1) и микротвёрдости (2) при изменяющихся условиях трения

Кривая 1 соответствует деформации пластинки, а кривая 2 – микротвёрдости. При переходе на одностороннее трение происходит уменьшение величины деформаций и увеличение микротвёрдости. Последующее реверсивное трение способствует увеличению деформации и значительному уменьшению микротвёрдости. Нужно отметить, что и при реверсе поверхностный слой пластинки получает наклёп, хоть и небольшой, по сравнению с односторонним трением.

При изучении упрочнения и деформаций поверхностных слоёв одностороннего и реверсивного трения было замечено проявление эффекта Баушингера, который характеризуется пониженным сопротивлением материалов начальным объёмным пластическим деформациям при повторном нагружении усилием противоположного знака. Это связано с тем, что после удаления нагрузки в более слабых зёрнах деформированного образца остаются внутренние напряжения и суммируются с внешними напряжениями от нагрузки обратного знака. Согласно теории дислокаций, эффект Баушингера обуславливается облегчённым обратным движением дислокаций к источнику с их частичной аннигиляцией.

Неравномерное распределение наклёпа по длине контакта при реверсивном трении определяется величиной сдвиговых деформаций и смещением слоёв металла в сторону движения.

Для изучения распределения сдвиговых деформаций по глубине материала применялся метод пакетного образца. Пакет из 50 металлических пластин размером $20 \times 15 \times 0,5$ мм помещался в литейную форму, сдавливался под прессом с усилием 4-5 кН, после чего в форму заливался расплавленный алюминий или цинк. После охлаждения металла нагрузку снимали, форму раскрывали и извлекали готовый образец. Полученные образцы подвергались трению о вращающееся стальное кольцо в испытательной машине (рисунок 5). Пакетный образец практически представлял собой цельнометаллический брусок. Для определения величины сдвиговых деформаций образец разрезали по продольному сечению А-А.



1 – набор пластин; 2 – замыкающее плато; 3 – оправа (жидкий металл); 4 – литейная форма; 5 – стол прессы; 6 – кольцевой образец

Рисунок 5 – Схема изготовления пакетного образца и последующего трения

В результате проведённых исследований было установлено, что при одностороннем трении сдвиговые деформации имеют положительный знак. Участок максимальных сдвиговых деформаций смещается в сторону выхода кольца из контакта с образцом. При реверсивном трении сдвиговые деформации имеют более интересное распределение, изображенное на рисунке 6. Кривая сдвиговых деформаций имеет положительные и отрицательные ветви. Кривая 1 отвечает максимальному изгибу рисок в продольном сечении зоны контакта, кривая 2 показывает глубину распространения деформаций. Положительные значения деформации обозначает изгиб рисок в сторону направления последнего вращения, то есть выхода кольца из зоны контакта (обозначен звёздочкой). Отрицательные значения деформаций показывают изгиб рисок в направлении, противоположном вращению кольца.

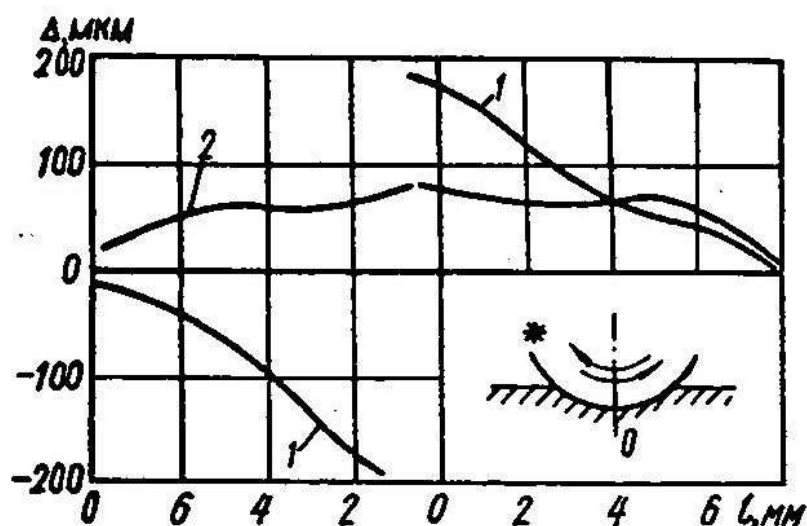


Рисунок 6 – Распределение сдвиговых деформаций по зоне контакта при реверсивном трении

При изучении рисок по микрофотографиям была замечена особенность реверсивного трения. Переориентация текстурной деформации происходит в металле не сразу в момент реверса, а постепенно. Деформации от первого направления трения устойчиво сохраняются в металле, что в дальнейшем откладывает отпечаток на развитие сдвиговых деформаций и усталостных

процессов при реверсе. Изменение свойств в поверхностных слоях металла интенсивнее развивается со стороны входа кольца в зону контакта.

При реверсивном трении наблюдается большая дефектность структуры трущихся поверхностей, чем при одностороннем трении. Реверс оказывает влияние на формирование дислокационных полей в зоне контакта под поверхностью трения. Происходит постоянная переориентация и перестройка дислокационных полей.

При реверсе в поверхностных деформированных слоях металла образуется большая плотность дислокаций, чем при одностороннем трении. Об этом можно судить на основе результатов опыта, в котором медная пластинка подвергалась трению о стальную ползун. Например, отношение плотности дислокаций при реверсивном трении к плотности дислокаций при одностороннем трении, если образцы обезжирены составляет 2,28, со смазкой в качестве вазелинового масла – 1,75, с добавлением поверхностно-активной присадки (2%-ная олеиновая кислота) к вазелиновому маслу – 1,44.

При реверсивном трении, как и при всякой деформации, в поверхностных слоях металла образуются не только дислокации, но и точечные дефекты, обладающие большей термической активностью и способностью к диффузии.

Плотность вакансий при реверсивном трении больше, чем при одностороннем трении. В опыте с медной пластинкой и стальным ползуном значение отношения плотности вакансий после реверсивного трения к плотности вакансий после одностороннего трения равно 1,5.

Большее число дефектов при реверсивном трении, чем при одностороннем, увеличение свободной поверхностной энергии вызывает различие в физико-химических и механических свойствах поверхностной слоёв, которые в итоге определяют долговечность деталей машин.

Результаты опытов показывают, что при реверсивном трении наблюдается повышенный износ материалов по сравнению с односторонним трением.

При трении образцов без смазки процесс изнашивания сопровождается вибрациями, шумом и большим износом. Явления схватывания, заедания появляются не сразу, им предшествует более спокойный режим работы, который при одностороннем трении в среднем в 2 раза дольше. Во всех опытах при реверсивном трении получались более грубые рабочие поверхности. Это можно увидеть на микрофотографии, имеющей увеличение в 30 раз (рисунок 7).

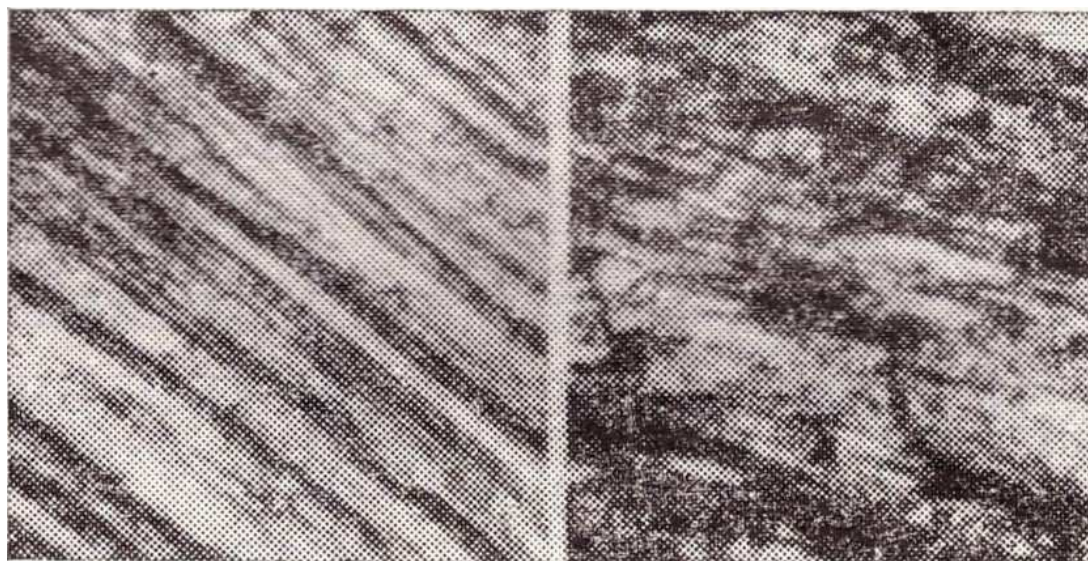


Рисунок 7 - Микрофотография поверхностей трения образцов из стали 25 после одностороннего трения и реверсивного трения

Исследования Евдокимовым В.Д. показали, что большее разупрочнение поверхностных слоёв и резкое снижение износостойкости наступает при увеличении частоты реверсирования [3].

Таким образом, знакопеременное протекание сдвиговых деформаций при реверсивном трении с увеличенным числом дефектов, разупрочнением, повышенными температурами и усталостными процессами приводит к нежелательному явлению – повышенному по сравнению с односторонним трением износу, который назван отрицательным эффектом реверса.

1.3 Общие сведения о подшипниках качения

Подшипники качения обеспечивают восприятие осевых, радиальных и комбинированных нагрузок. По сравнению с подшипниками скольжения, подшипники качения имеют ряд преимуществ: меньший момент трения в момент пуска, меньшие осевые габариты (в 2-3 раза), простота обслуживания и подачи смазки, небольшой расход смазочных материалов.

Основными элементами подшипника качения являются: тела качения, внутреннее и наружное кольца с дорожками качения и сепаратор, который разделяет тела качения (рисунок 8).

Подшипники качения классифицируются по следующим признакам: по направлению воспринимаемой нагрузки относительно вала, по форме тел качения, по числу рядов качения, по способу самоустановки.

По направлению воспринимаемой нагрузки подшипники бывают:

- радиальные: воспринимают радиальную нагрузку, направленную перпендикулярно к геометрической оси подшипника;
- упорные: воспринимают осевую нагрузку, направленную вдоль оси подшипника;
- радиально-упорные: воспринимают одновременно нагрузку, имеющую радиальное и осевое направление;
- упорно-радиальные: воспринимают преимущественно осевую нагрузку и частично радиальную.

По форме тел качения: шариковые и роликовые.

Шарик имеет точечный контакт с кольцами, вследствие чего испытывает большие контактные напряжения. Ролики имеют линейный контакт, что увеличивает нагрузочную способность подшипника. Роликоподшипники могут быть цилиндрические (1,2), конические (3), игольчатые(4), бочкообразные (5), с витыми роликами (6) (рисунок 9).

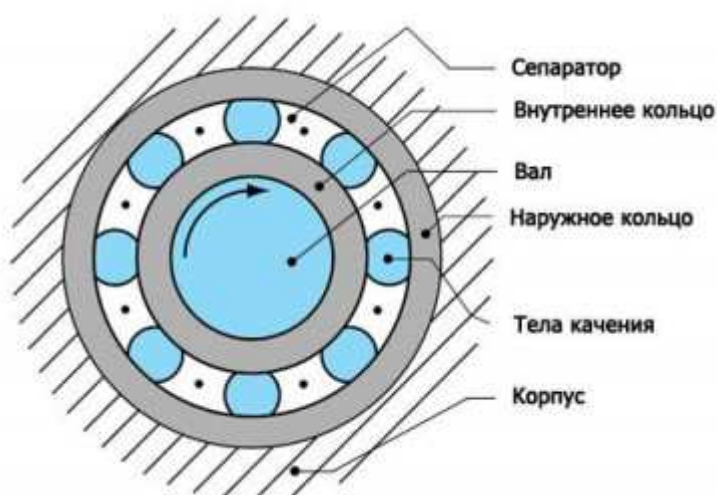


Рисунок 8 – Конструкция подшипника качения

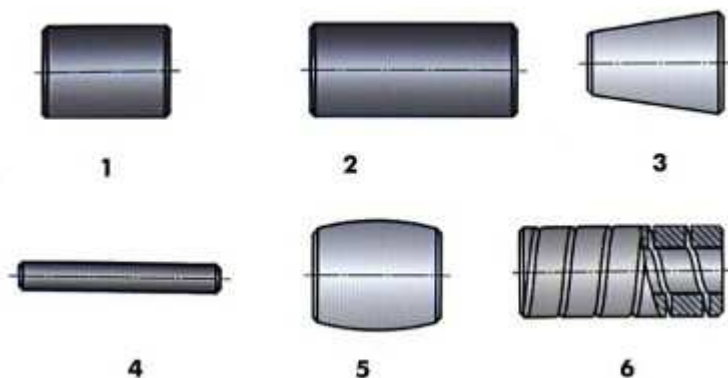


Рисунок 9 – Формы роликов

По числу рядов качения: однорядные, двухрядные и многорядные.

По способу самоустановки (возможности компенсировать перекосы валы): самоустанавливающиеся (сферические), допускающие работу с взаимным перекосом до 4 градусов, и несамоустанавливающиеся, допускающие перекос колец от 1 до 8 минут.

Также подшипники качения могут классифицироваться по классам точности: нормальный (7, 8, 0), повышенный (6), высокий (5), прецизионный (4), сверхпрецизионный (2).

Различают подшипники качения по уровню вибрации: нормальный, пониженный, низкий [4, 5, 6].

1.4 Повреждения подшипников качения при реверсивном движении

Подшипники качения являются важнейшими деталями большинства машин и механизмов. Высокие требования предъявляются к их несущей способности и надёжности. В связи с этим подшипники качения уже много лет являются предметом интенсивных исследований.

Зачастую, зная причину повреждения, можно принять сопутствующие меры для предотвращения выхода подшипника из строя. Повреждения подшипников классифицировать на первичные и вторичные.

Повреждения, именуемые первичными, порождают вторичные повреждения (усталостные раковины и трещины), которые являются непосредственной причиной выхода подшипника из строя. К первичным повреждениям можно отнести:

- износ, возникающий под действием абразивных частиц, вследствие недостаточного смазывания, а также из-за вибраций;
- вмятины, возникающие из-за неправильного монтажа или чрезмерной нагрузки, под действием инородных частиц;
- задиры: задиры на торцах роликов и направляющих бортах, на роликах и дорожках качения, на дорожках качения на расстоянии тел качения, на посадочных поверхностях, в упорных шарикоподшипниках;
- поверхностные разрушения;
- коррозия: глубокая и контактная (фреттинг);
- последствия прохождения электрического тока.

К вторичным повреждения относят:

- усталостные раковины, возникающие вследствие чрезмерно предварительного натяга и некруглости посадочной поверхности;
- трещины, возникающие вследствие неправильного монтажа [4].

На вышедших из строя подшипниках можно обнаружить сочетание первичных и вторичных повреждений.

Большое влияние на долговечность подшипников оказывает характер движения, а именно реверс.

В результате реверсивного трения наблюдаются такие же дефекты, как при одностороннем трении, но их образование проходит с большей, чем при одностороннем трении, скоростью. Возникают пластические и упругие деформации, происходит постоянная переориентация микроструктуры, интенсивное образование разнообразных дефектов и новых поверхностей с образованием микропор, пустот и развитием трещин [7].

1.5 Методы повышения долговечности подшипников качения

Методы повышения долговечности различных деталей и узлов принято делить на несколько групп:

- конструктивные
- технологические
- эксплуатационные

В настоящее время существует множество способов увеличения долговечности подшипников качения. Проанализировав различные литературные источники, условно эти методы можно разделить на следующие группы:

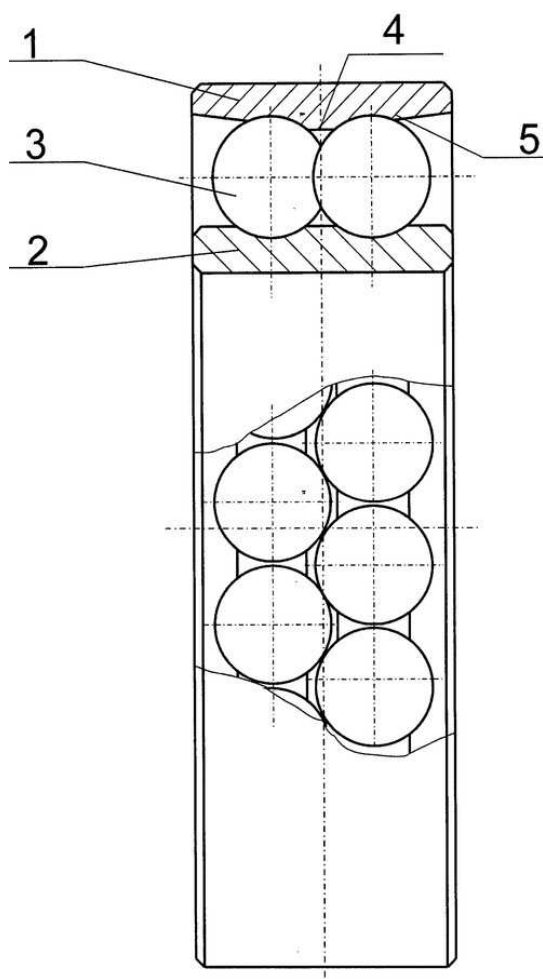
- использование новых конструкционных материалов;
- использование новых смазочных материалов;
- повышение точности изготовления деталей подшипников качения;
- оптимизация внутренней геометрии подшипникового узла;
- совершенствование технологии производства и сборки подшипников качения;
- модернизация конструкции подшипникового узла;
- модификация поверхностного слоя деталей подшипникового узла (нанесение покрытий, химико-термическая обработка, термомеханическая обработка, пластическое поверхностное деформирование).

Для выбора метода повышения долговечности подшипников был проведён патентно-информационный обзор.

Известен патент РФ № 2523872 «Шариковый бессепараторный подшипник качения» [8], который может применяться в малооборотных высоконагруженных механизмах (рисунок 10).

Повышение долговечности работы подшипника обусловлено выполнением скосов на противоположных сторонах дорожек качения наружного кольца у меньших по высоте буртиков, что позволяет обеспечить ввод шариков в полость подшипника без дополнительных углублений и разреза наружного кольца.

Обеспечение восприятия подшипником осевой нагрузки в обоих направлениях обусловлено симметричным расположением буртиков на наружном кольце при выполнении наружного кольца с общим большим буртиком, расположенным между дорожками качения на оси симметрии наружного кольца.

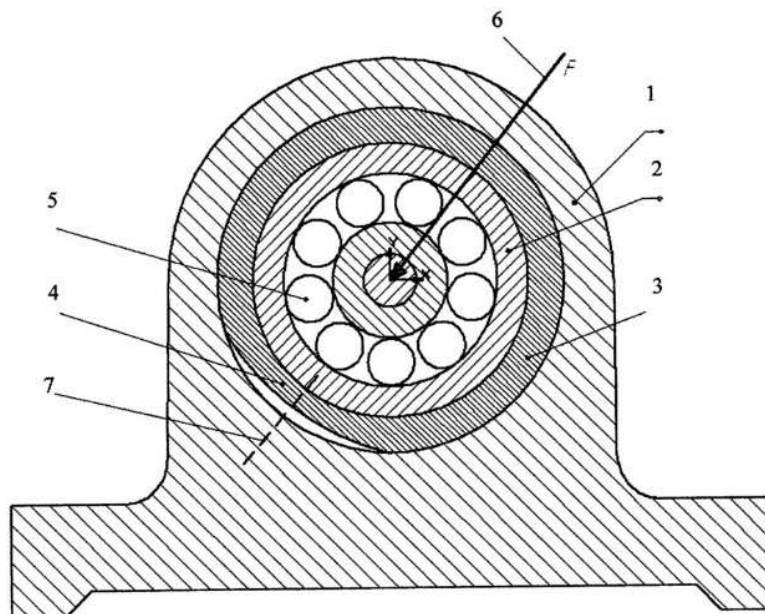


1 – наружное кольцо; 2 – внутреннее кольцо; 3 – тела качения; 4 – буртик; 5 – буртик со скосами

Рисунок 10 – Бессепараторный подшипник качения

Известен патент № 2386870 «Устройство для повышения долговечности подшипникового узла» [9] (рисунок 11).

В данном устройстве между наружным кольцом подшипника и корпусом имеется кольцо с переменной толщиной. При работе узла нагрузки распределяются следующим образом: упругие деформации больше там, где больше нагрузка на тела качения и меньше толщина кольца, за счёт чего нагрузка на более нагруженные тела качения снижается, а на соседние повышается. Тем самым происходит ликвидация концентрации напряжений в одном месте, повышается эффективность использования подшипникового узла, увеличивается его надёжность и долговечность.



1 – корпус; 2 – наружное кольцо; 3 – кольцо; 4 – локальная зона кольца; 5 – тела качения; 6 – вектор радиальной нагрузки на тела качения; 7 – плоскость минимальной жёсткости

Рисунок 11 – Подшипниковый узел

Известен также патент № 2457239 «Пластичная смазка для подшипников качения» [10].

Пластичная смазка состоит из Литола-24 и порошка наноалмаза детонационного синтеза с массовой долей наноалмаза от 0,1 % до 0,01%.

Экспериментально проверено, что при такой концентрации порошка наноалмаза снижается шероховатость поверхностей, уменьшается количество дефектов подшипников, повышается их срок службы, а также происходит повышение эффективности смазочного материала. Однако повышение концентрации порошка наноалмаза свыше 0,05 % приводит к ухудшению смазочного материала и увеличению количества дефектов на телах качения и дорожках. Эффективность такой смазки проверялась на подшипниках качения, которые помещались в машину для испытания подшипников на долговечность.

В смазку добавлялись различные концентрации порошка наноалмаза от 0,5 до 0,01% мас.наноалмазов. Частота вращений составляла 8925 об/мин, радиальная нагрузка – 10290 Н, испытания длились 4,5 часа. Затем подшипники

подвергались качественной и количественной оценке параметров на растровом электронном микроскопе.

В ходе испытания было установлено, что при концентрации порошка наноалмаза, составляющей 0,1- 0,01 %, происходит уменьшение шероховатости на 30 %, а количество видимых дефектов (глубоких борозд) – на 40 %.

Таким образом, при соблюдении определённой концентрации наноалмазов в смазочных материалах, можно значительно повысить долговечность подшипников качения.

Существует способ повышения долговечности подшипника качения с коническими роликами, подтверждённый патентом РФ № 2270379 [11]. Повышение надёжности подшипника достигается за счёт коррекции угла наклона образующей конического ролика к его оси или за счёт коррекции половины разности углов наклона образующих дорожек качения колец с коническими рабочими поверхностями относительно оси колец α и β . Вследствие этого происходит выравнивание контактных напряжений вдоль площадки соприкасания дорожки качения колец и коническим роликом в направлении оси ролика. Такой способ был применён к упорному роликоподшипнику с коническими роликами. Угол коррекции компенсирует неравномерность контактных напряжений вдоль площадки соприкасания дорожек качения колец с роликом в направлении оси ролика без учёта краевого эффекта и приложенной нагрузки к подшипнику, эквивалентной динамической грузоподъёмности подшипника. Приложение такой нагрузки к подшипнику не изменяет величину контактного напряжения вдоль площадки соприкасания дорожек качения с роликами в направлении оси ролика, она остаётся постоянной. При уменьшении нагрузки на подшипник происходит перераспределение контактного напряжения в сторону увеличения контактного напряжения со стороны торца большего диаметра ролика по отношению к величине контактного напряжения у торца ролика со стороны меньшего диаметра. Такое перераспределение не уменьшает долговечность подшипника,

так как условия работы со стороны большего диаметра конического ролика более легкие, чем со стороны меньшего диаметра.

В результате такой конструкции достигается устойчивая и длительная работа подшипника в условиях неравномерности распределения нагрузки.

1.6 Заключение

В первой главе был проведён обзор подшипниковых узлов с реверсивным движением, изучено отрицательное влияние реверса на трущиеся пары, рассмотрены методы увеличения износостойкости подшипниковых узлов, проведён патентно-информационный обзор существующих методов повышения долговечности подшипниковых узлов. Анализ материала показывает, что повышение долговечности подшипников качения, а тем более работающих в режиме реверсивного трения, является актуальной технической задачей. Исходя из этого была поставлена следующая цель работы: повышение износостойкости опоры траверсы станка-качалки модернизацией данного узла, в котором реверсивное движение будет преобразовано в прерывисто-вращательное и, как следствие, увеличен срок службы опоры и самого агрегата в целом.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ влияния реверсивного трения на работу узлов и механизмов;
- провести патентно-информационный обзор конструкций, исключающих реверсивное движение;
- разработать новую конструкцию на основе рассмотренных патентов;
- внедрить новую конструкцию в станки-качалки.

2 Конструкция и условия эксплуатации станков-качалок

2.1 Общие сведения о станках-качалках

Область применения подшипников в нефтегазовой промышленности достаточно широка. Они располагаются в узлах механизмов, воспринимая на себя большие постоянные и переменные нагрузки.

Подшипники функционируют в составе буровых установок: (талевых блоках, кронблоках, вертлюгах), насосах, электродвигателях, винтовых забойных двигателях, турбобурах, редукторах, лебёдках и других оборудованьях нефтяной отрасли.

Различными видами подшипников качения и скольжения оснащены узлы станка-качалки: опора балансира и опора траверсы, шатуны, редуктор, электродвигатель, кривошипно-шатунный механизм.

Станок-качалка является наземным приводом штангового скважинного насоса.

Из всех существующих способов добычи нефти в нефтяной промышленности штанговый насосный способ является самым массовым. Он применяется как в России, так и в других нефтедобывающих странах мира.

Минимум две трети фонда действующих добывающих скважин стран СНГ эксплуатируются штанговыми скважинными насосами (ШСН). Широкое применение ШСН обусловлено их относительным удобством и простотой эксплуатации скважин.

Добыча нефти УШСН является самым старым из методов добычи нефти.

История развития УСШН берёт своё начало в 2500 годах до н.э. в Египте (наиболее известный исторический факт). Подобные установки применялись также и в Африке (рисунок 13).

Уже к I веку н.э. римлянам удалось достичь совершенства в развитии УСШН (рисунок 14).

В штате Пенсильвания недалеко от города Тайтесвилл скважина, пробуренная Эдвином Дрейком, 27 августа 1859 года дала первую нефть. Этот день принято считать началом нефтяной эры.

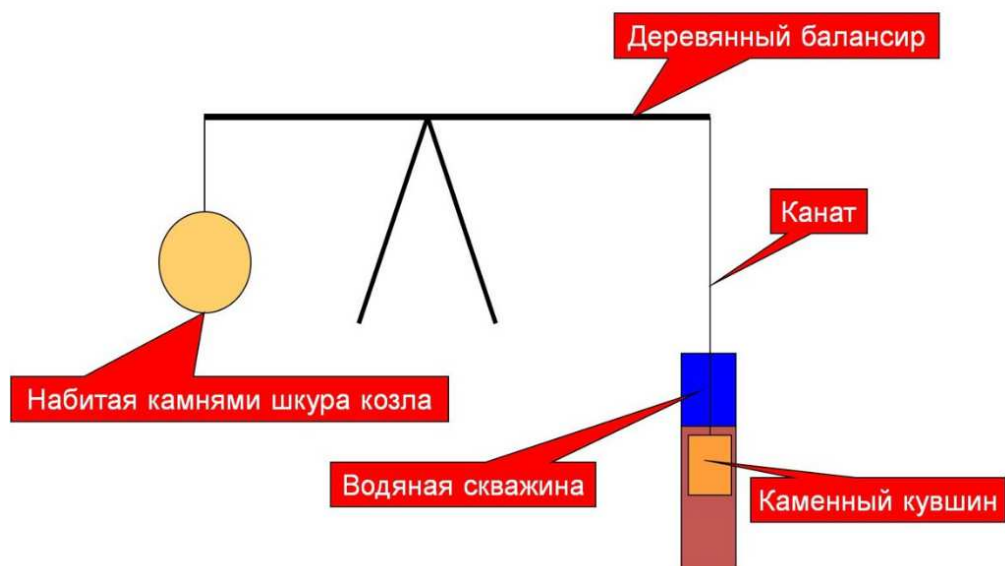


Рисунок 12 – Схема египетской УСШН, применяемой в 2500 годах до н.э.

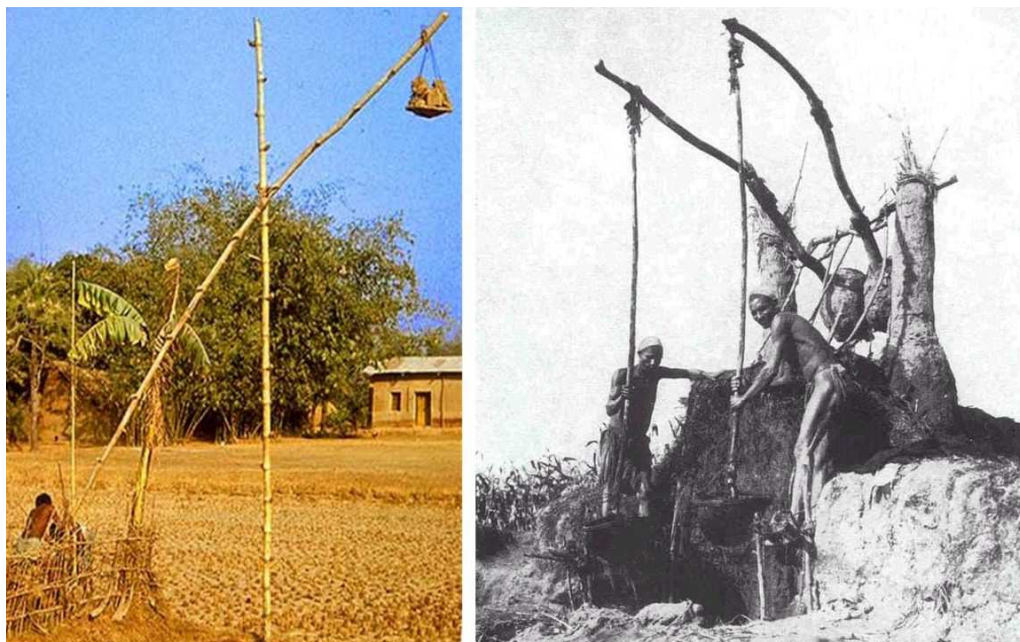


Рисунок 13 – Африканские конструкции

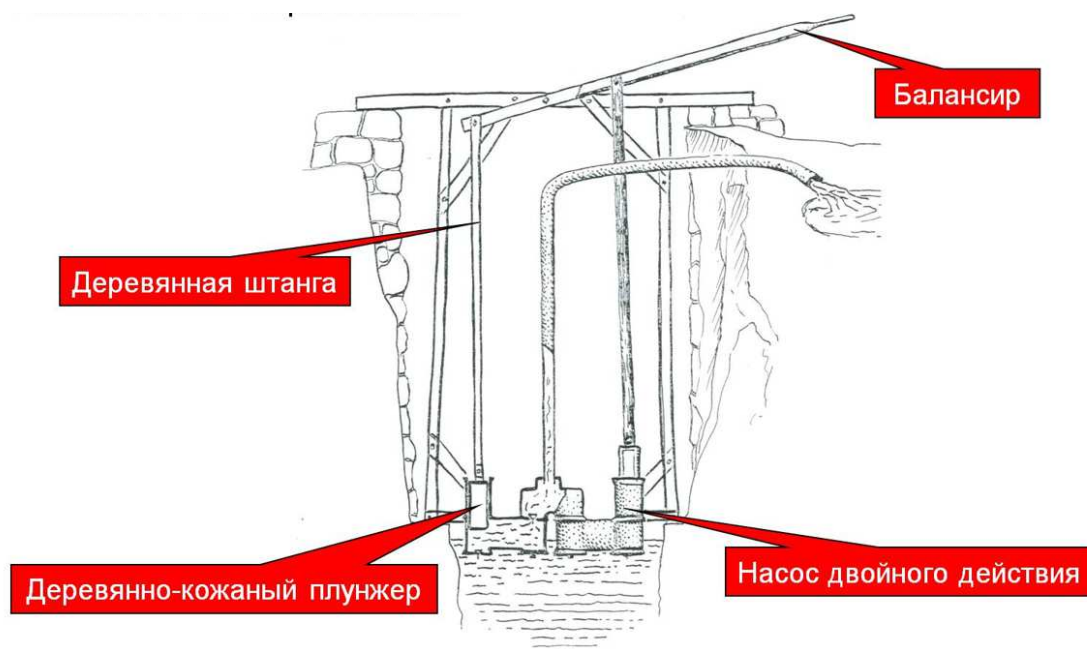


Рисунок 14 – Римский УШСН

За десятки лет эксплуатации скважин ШСН, станки-качалки зарекомендовали себя эффективным и надёжным оборудованием.

Их функциональное назначение состоит в следующем:

- создавать возвратно-поступательное движение колонны насосных штанг с необходимым темпом;
- обеспечивать силовое уравнивание системы подъема продукции пласта;
- допускать регулирование режима откачки продукции;
- позволять осуществление технического диагностирования скважинного оборудования без остановки процесса отбора продукции.

Из принципиально возможных технических средств, способных выполнять указанные функции, наибольшее распространение во всём мире получил привод механического принципа действия, известный как станок-качалка.

Широкое применение данное оборудование получило в умеренном и холодном макроклиматических районах. Штанговая скважинная насосная

установка состоит из трёх принципиально различных частей – скважинного насоса, насосных штанг и наземного привода.

Наиболее сложной частью установки штангового скважинного насоса является наземный привод, называемый станком – качалкой.

Станок-качалка состоит из ряда самостоятельных узлов. Общий вид наземного привода представлен на рисунке 21. Изготавливаются станки-качалки по ГОСТ 5866-76.

Фундамент служит для установки и крепления станка-качалки. Может сооружаться монолитным (бутобетонным или железобетонным) или сборным - из бетонных блоков или металла.

Рама предназначена для установки на ней всего оборудования СК и выполняется из профильного проката в виде двух полозьев, соединенных поперечниками, и имеет специальную подставку под редуктор. В раме имеются отверстия под анкерные болты для её крепления к фундаменту (рисунок 15).

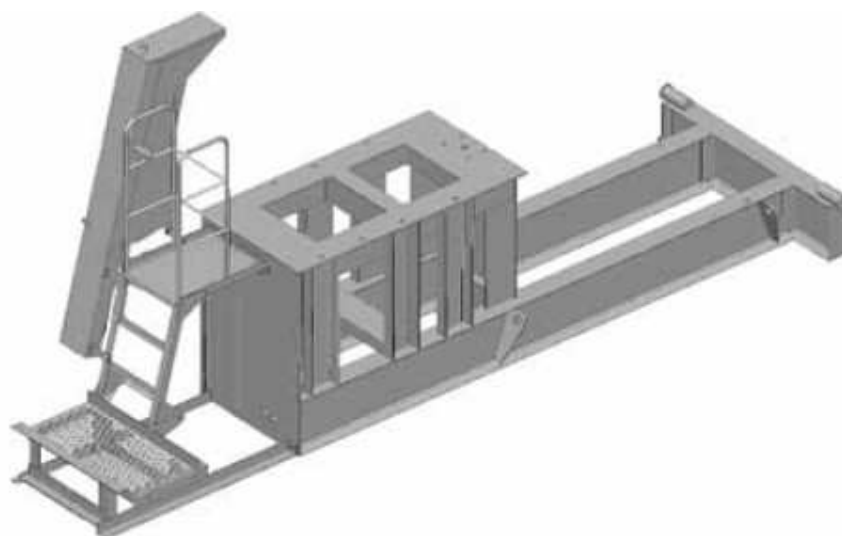


Рисунок 15 – Рама станка-качалки

Стойка является опорой для балансира и выполняется из профильного проката в виде четырехгранной пирамиды. Ноги стойки связаны между собой

поперечинами. Снизу стойка крепится к раме сваркой или болтами, сверху несет плиту для крепления оси балансира с помощью двух скоб (рисунок 16).



Рисунок 16 – Стойка станка-качалки

Балансир предназначен для передачи возвратно-поступательного движения колонне штанг. Выполняется из профильного проката двутаврового сечения и имеет однобалочную или двухбалочную конструкцию (рисунок 17). Со стороны скважины балансир заканчивается поворотной головкой. К ней монтируется канатная подвеска сальникового штока, предназначенного для соединения колонны штанг с головкой балансира.

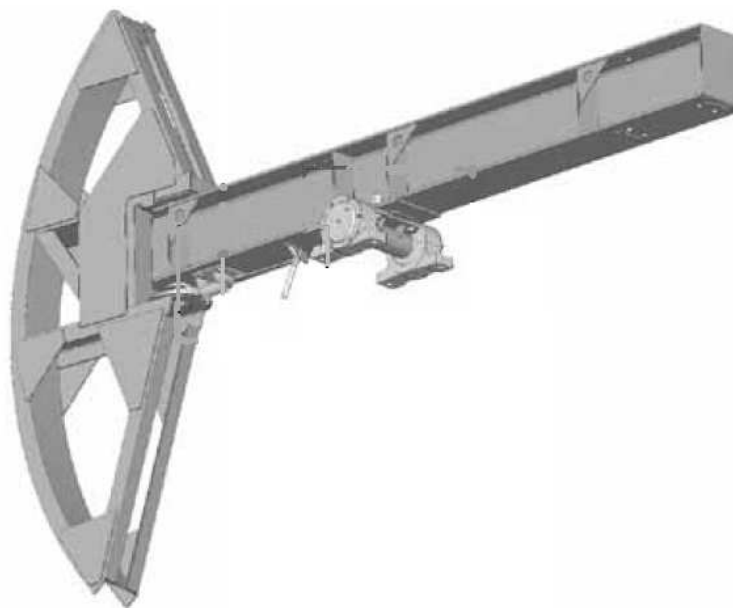


Рисунок 17 – Балансир станка-качалки

Опора балансира - ось, оба конца которой установлены в сферических роликоподшипниках 6, расположенных в чугунных корпусах 1 и 4. К средней части оси 2, имеющей квадратное сечение, приварена планка, через которую опора балансира с помощью болтов присоединяется к балансиру. Корпус подшипника закрывается крышкой 8, на которой располагается кольцо 5 и прокладка 7. Между корпусом и осью траверсы находится прокладочное кольцо 3 (рисунок 18).

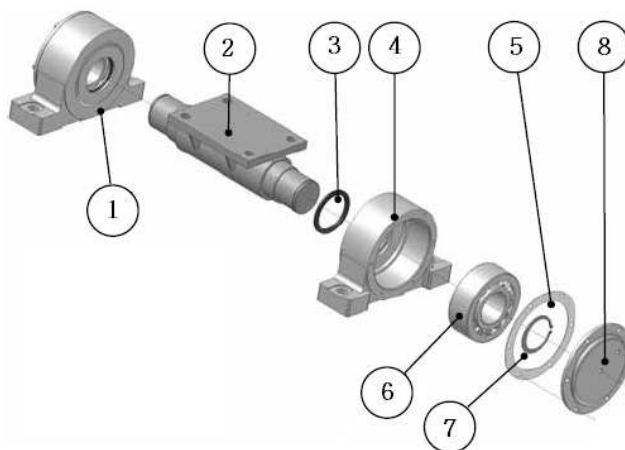


Рисунок 18 – Опора балансира

Траверса выполняет роль связующего звена между кривошипно-шатунным механизмом и балансиrom и конструктивно выполняется в виде прямолинейной балки из профильного проката. Крепление к балансиру шарнирное при помощи сферического роликоподшипника.

Опора траверсы шарнирно соединяет балансир с траверсой. Средняя часть оси установлена в сферическом роликоподшипнике, корпус которого болтами прикреплён к нижней полке балансира. Концы оси зажаты в клеммовых зажимах двух кронштейнов. Более подробно узел будет рассмотрен в п.2.2.

Кривошипно-шатунный механизм, показанный на рисунке 19, предназначен для преобразования вращательного движения вала редуктора в возвратно-поступательное движение балансира и состоит из двух шатунов и двух кривошипов с противовесами

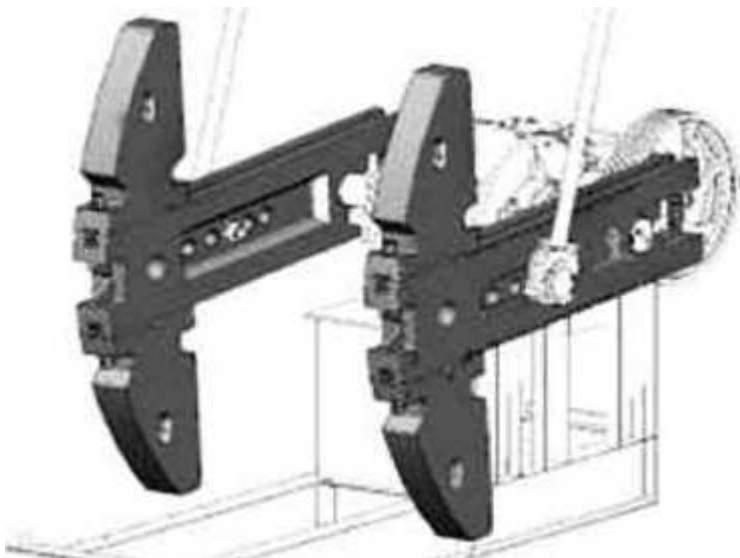


Рисунок 19 – Кривошипно-шатунный механизм станка-качалки

Шатун — стальная трубная заготовка, на одном конце которой сварена верхняя головка шатуна, а на другом - башмак. Палец верхней головки шатуна

шарнирно соединён с траверсой. В станках-качалках СК8-3,5-5600 и СК 10-3-5600 в верхней головке шатуна применён шарнирный подшипник ШС. Башмак болтами прикреплён к нижней головке шатуна. Палец кривошипа конусной поверхностью вставляется в отверстие кривошипа и через разрезную втулку затягивается с помощью гаек.

Кривошип - ведущее звено преобразующего механизма станка-качалки, в котором предусмотрены отверстия для изменения длины хода устьевого штока.

Выполнен в виде прямоугольных пластин с отверстиями для крепления к валу редуктора и присоединения шатунов. На кривошипе установлены противовесы, которые перемещаются с помощью съёмного устройства, вставляемого в поперечный паз у основания противовеса.

Редуктор, изображенный на рисунке 20, выполняется двух- или трёхступенчатым с шевронными зубчатыми передачами, зацеплением Новикова и симметричным расположением колёс относительно опор. Являясь основным узлом станка-качалки, он обеспечивает надёжность и долговечность работы оборудования. Редуктор предназначен для увеличения крутящего момента и уменьшения частоты вращения. На концах ведущего вала насажены ведомый шкив клиноременной передачи и шкив тормоза. На концах ведомого вала располагаются кривошипы.

Смазка зубчатых колес и подшипников валов осуществляется из ванны корпуса редуктора.

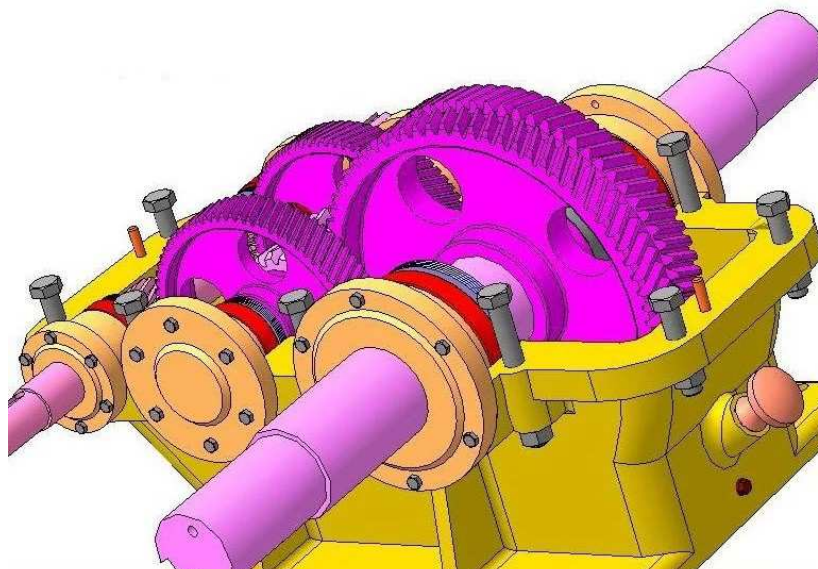


Рисунок 20 – Редуктор станка-качалки

Двухколодочный тормоз обеспечивает остановку балансира в любом положении при выключении электродвигателя.левой и правой колодками тормоз прикреплен к валу редуктора. При помощи стяжного устройства колодки зажимают тормозной шкив, насаженный на ведущий вал редуктора.

Электродвигатели для привода станков-качалок представляют собой одно-, двух- и четырёхскоростные асинхронные трёхфазные электродвигатели с короткозамкнутым ротором и повышенным пусковым моментом. Они выполнены во влагостойком исполнении [12].

Работает станок-качалка следующим образом. При помощи клиновых ремней вращение от электродвигателя передаётся на ведущий вал редуктора. С обеих сторон ведущего вала закреплены кривошипы с противовесами, шарнирно соединённые с двумя шатунами. Кривошипно-шатунный механизм передаёт возвратно-поступательное движение на траверсу, в свою очередь траверса через расположенную на ней опору передаёт движение на балансир с головкой. Головка балансира через канатную подвеску устьевого штока сообщает возвратно-поступательное движение колонне насосных штанг.

Немаловажно выбрать правильное уравнивание станка-качалки, так как при работе неуравновешенного балансира станка-качалки за каждый двойной ход происходит неравномерное нагружение электродвигателя. Это

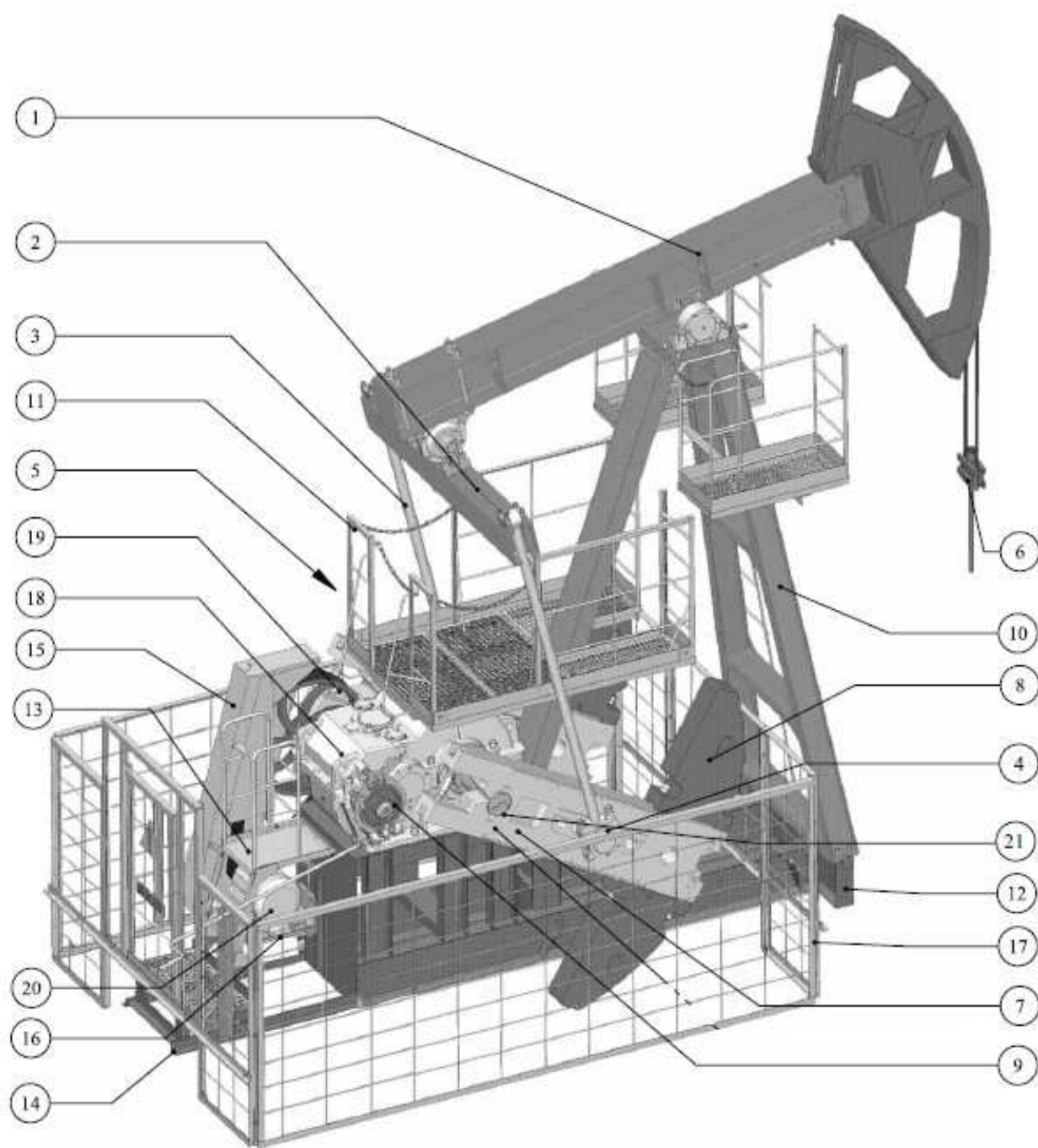
вызвано тем, что при движении плунжера насоса вверх, на станок-качалку действует столб пластовой жидкости в трубах и вес штанг; движение вниз плунжер совершает только под действием веса штанг, электродвигатель при этом разгружается. Таким образом, возникают неравномерные нагрузки на станок-качалку за цикл: при ходе вверх они максимальны, при ходе вниз – минимальны. Неравномерные нагрузки приводят к преждевременному выходу из строя электродвигателей.

Выравнивания нагрузки при двойном ходе насосных штанг добиваются уравниванием балансира. На заднее плечо балансира устанавливается набор тяжёлых плит. Как самостоятельный вид уравнивания такой способ не применяется, так как инерционные нагрузки быстро расшатывают конструкцию станка-качалки.

Наиболее благоприятным является кривошипное (роторное) уравнивание. На тяжёлые кривошпы помещаются противовесы с обеих сторон. Благодаря постоянной скорости вращения кривошипов, на станок-качалку не действуют дополнительные инерционные нагрузки, как при балансирном уравнивании. Однако с возрастанием массы кривошипов увеличивается нагрузка на опорные подшипники редуктора. Роторное уравнивание приемлемо только для очень мощных, и как следствие, тяжёлых станков-качалок.

В большинстве отечественных и зарубежных приводов применяется комбинированное уравнивание.

Уравнивание позволяет снизить потребляемую мощность электродвигателя в 5-9 раз, что заметно повышает энергоэффективность оборудования.



1 - балансир; 2 – траверса с опорой; 3 - шатун; 4 – нижняя головка шатуна в сборе; 5 – нижняя головка шатуна в сборе; 6 – подвеска сальникового штока; 7 – кривошип в сборе; 8 – противовес в сборе; 9 – тормоз колодочный с фиксатором; 10 – стойка в сборе; 11 – площадка редукторная; 12 – рама; 13 – площадка нижняя; 14 – основание площадки; 15 – кожух; 16 – кронштейн под двигатель; 17 – ограждение; 18 – редуктор; 19 – шкив; 20 – электродвигатель

Рисунок 21 – Схема балансирного станка-качалки

В зависимости от количества одновременно обслуживаемых скважин станки-качалки бывают индивидуальные, спаренные и групповые. На практике чаще всего применяются индивидуальные станки-качалки.

В зависимости от характера передачи движения к штоку индивидуальные станки-качалки бывают балансирного и безбалансирного типа. Наиболее распространены балансирные индивидуальные станки-качалки, которые отличаются от безбалансирных принципом действия и конструкцией механизма, преобразующего вращательное движение вала двигателя в возвратно-поступательное движение штока и колонны штанг.

Станки-качалки выпускают в трёх исполнениях:

СК – станок-качалка

СКД – станок-качалка с дезаксиалом

ПШГН – привод штангового глубинного насоса

В отличие от СК ПШГН имеет укороченный балансир, отличную от СК конструкцию тормоза, площадку обслуживания на редукторе, площадку обслуживания на стойке.

СК отличаются от СКД тем, что дезаксиальные станки-качалки обеспечивают разное время хода штанг вверх и вниз, тогда как в аксиальных станках-качалках это происходит за равные промежутки времени.

2.2 Опора траверсы станка-качалки

В станках-качалках преимущественно используются опоры траверсы на подшипниках качения. Средняя часть опоры траверсы закреплена в сферическом роликоподшипнике, корпус которого болтами крепится к нижней полке балансира.

Возможны различные варианты расположения опоры траверсы и опоры балансира относительно друг друга и тела балансира:

- 1) обе опоры расположены под балансиром;
- 2) обе опоры расположена над балансиром;

3) опора балансира расположена над, а опора траверсы – под балансиrom;

4) опора балансира расположена под, а опора траверсы – над балансиrom.

На практике наиболее рационален первый вариант расположения опоры траверсы относительно тела балансира.

Опора траверсы, как и опора балансира, совершает качательное (реверсивное) движение.

Опоры траверсы имеют различное конструктивное исполнение. В большинстве станков-качалок они представляют собой подшипники качения, заключённый в металлический корпус, который изготовлен из высокопрочных металлов, например, чугуна.

Опора траверсы крепится к полке балансира с помощью болтового соединения.

Конструкция опоры траверсы изображена на рисунке 22.

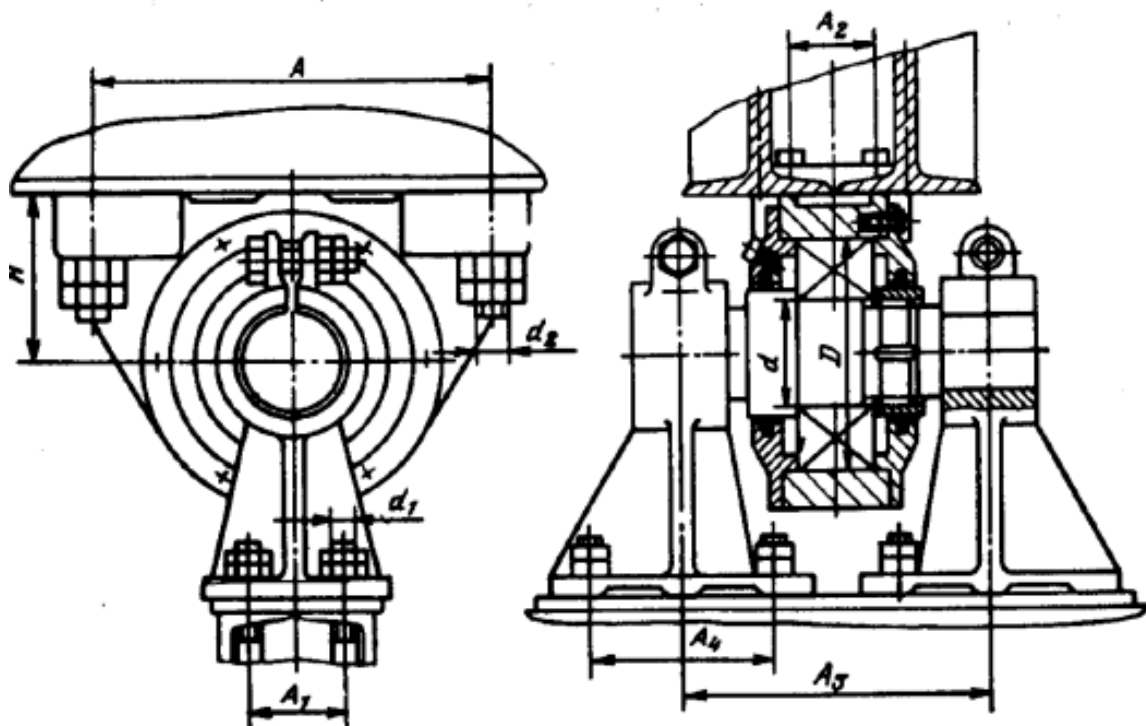


Рисунок 22 – Опора траверсы

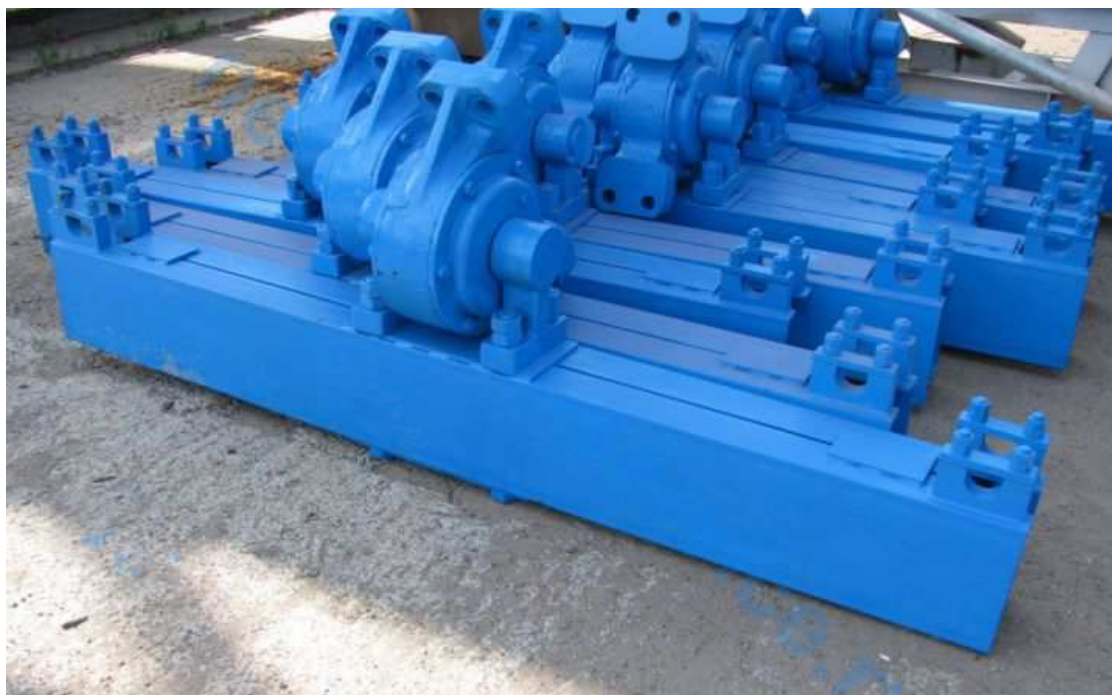
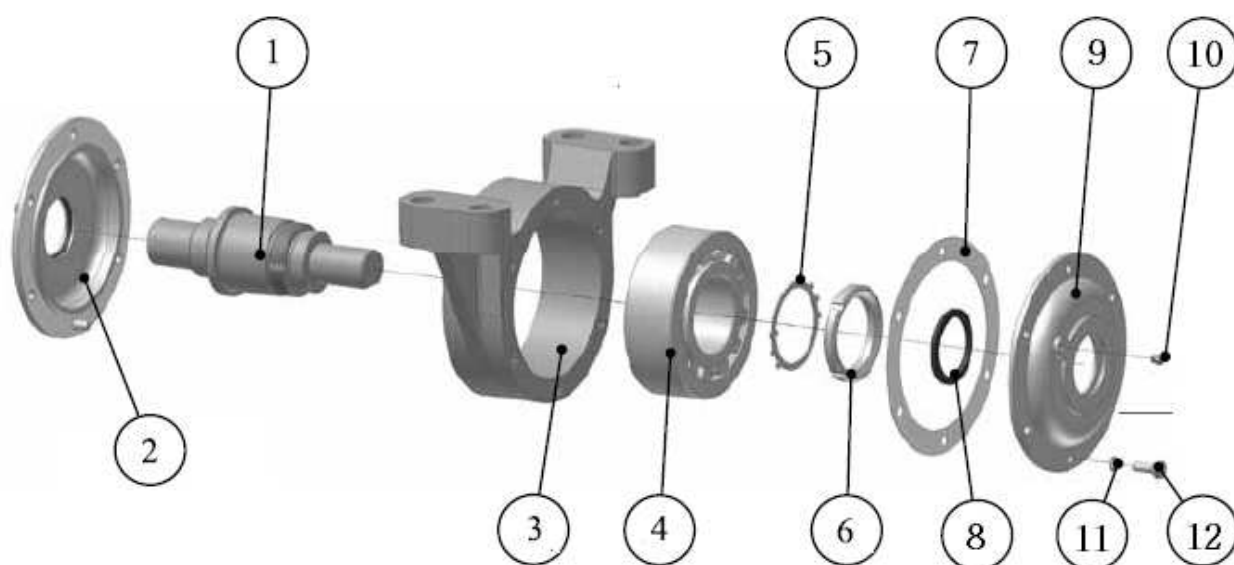


Рисунок 23 – Траверса в сборе станка-качалки СК 8



1 – ось траверсы; 2,9 – крышка; 3 – корпус подшипника; 4 – подшипник; 5 – шайба; 6 – гайка; 7 – прокладка; 8 – кольцо; 10 – пробка; 11 – шайба; 12 – болт

Рисунок 24 – Траверса в сборе

2.3 Причины выхода из строя опоры траверсы станка-качалки

На долговечность подшипниковых опор траверсы станков-качалок влияет ряд факторов: качество смазки, материал подшипникового узла, правильный монтаж, соответствие узла и действующей на него нагрузки. Но даже при соблюдении всех требований монтажа и эксплуатации происходит быстрый выход из строя опоры траверсы. Наибольшее влияние на износостойкость узла оказывает реверсивное движение.

Реверсивное движение ускоряет процесс наступления усталостного изнашивания почти в 2 раза, по сравнению с односторонним трением.

На рисунке 25 можно увидеть различие поверхностей дорожек трения при реверсивном и одностороннем трении.

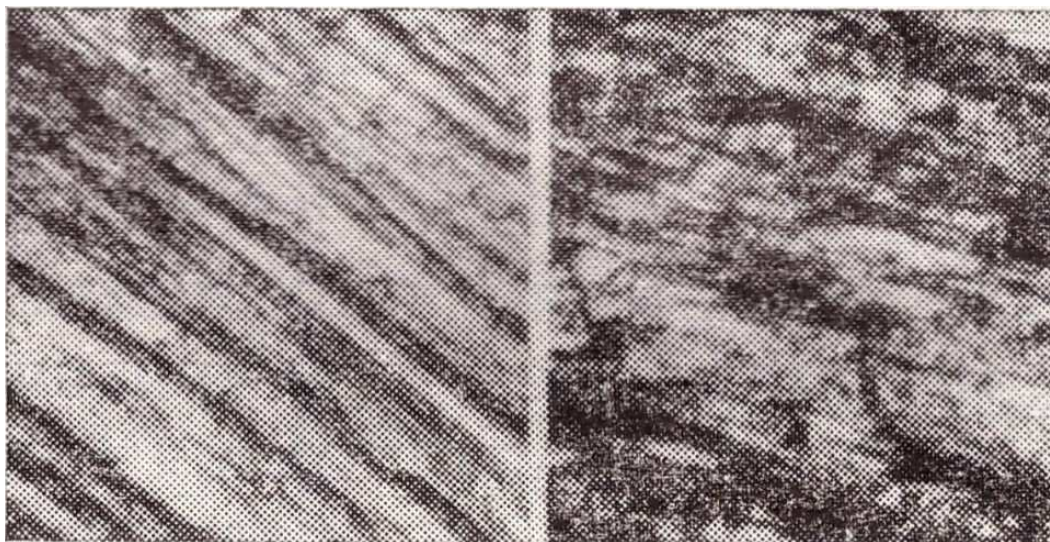


Рисунок 25 – Микрофотография поверхностей трения образцов стали 25 после одностороннего и реверсивного трения

На поверхностях трения возникают впадины и углубления, возникают макро- и микротрещины, которые в дальнейшем приводят к выкрашиванию металла.

После наступления усталостного изнашивания происходит аварийный износ.

От надёжности отдельных узлов и механизмов, зависит надёжность агрегата в целом, поэтому необходимо бороться с реверсивным трением и искать различные технические решения для замены данного вида движения на более простое.

2.4 Заключение

Станки-качалки являются наиболее распространённым приводом штанговых скважинных насосов. Около 60 % скважин эксплуатируется именно станками-качалками. Во 2 главе были рассмотрены основные узлы станка-качалки.

Как оказалось, наименее долговечными узлами оборудования являются опоры траверсы и балансира, которые подвержены интенсивному изнашиванию, вызванному отрицательным эффектом реверсивного трения.

Срок службы опор сокращается в 2 раза по сравнению с односторонним трением.

3 Техническое предложение по повышению износостойкости опоры траверсы станка-качалки

3.1 Расчёт ресурса работы подшипника качения

Для оценки ресурса работы подшипников, работающих в условиях реверсивного трения, необходимо произвести расчёт на долговечность. Под долговечностью подшипников качения понимается число оборотов, которое одно из колец подшипника совершает относительно другого кольца до появления первых признаков усталости материала на оном из колец или тел качения.

В современном производстве станков-качалок широко применяются двухрядные сферические роликоподшипники, воспринимающие радиальную нагрузку. Расчёт на долговечность проведём на примере подшипника качения 3626 ГОСТ 5721-75.

Ресурс работы подшипника качения в часах рассчитывается как:

$$L_h = \left(\frac{C}{P} \right)^{\frac{10}{3}} \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}, \quad (3.1)$$

где C – динамическая грузоподъёмность, Н;

P – эквивалентная динамическая нагрузка, Н;

n – частота вращения кольца, мин⁻¹.

Исходные данные подшипника 3626 ГОСТ 5721-75: $C = 850000$ Н, $n = 1300$ об/мин. В среднем эквивалентная динамическая нагрузка сферические роликоподшипники составляет 100000-120000 Н. Принимаем $P = 100\,000$ Н.

$$L_h = \left(\frac{850000}{100000} \right)^{\frac{10}{3}} \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 1300} = 16068 \text{ часов}$$

Ресурс работы подшипника с учётом одностороннего вращательного движения составил 16068 часов. Срок службы подшипников, работающих в

режиме реверсивного трения, в 2 раза меньше согласно исследованиям В.Д. Евдокимова. Следовательно, ресурс работы подшипника, совершающего качательное движение, составляет, 8034 часа.

3.2 Существующие конструкции опор с механизмами принудительной фиксации

Реверсивное трение заметно снижает долговечность подшипников. Борьба с отрицательным эффектом реверса является актуальной задачей в нефтяной, лесной и деревообрабатывающей промышленности, машиностроении.

Известно шарнирное соединение [16], содержащее охватывающую проушину, охватываемую проушину, соединительный палец. Особенностью изобретения является наличие двух дополнительных втулок, установленных таким образом, что они могут поворачиваться как относительно соединительного пальца, так и относительно охватываемой проушины. Также изобретение снабжено устройством принудительной фиксации втулок относительно охватываемой проушины при повороте охватывающей проушины в одну сторону и относительно соединительного пальца при обратном повороте. На обоих торцах втулок выполнены ответные храповые зубья с различным направлением.

Соединение включает в себя охватывающую проушину с двумя щеками 1, охватываемую проушину 2, соединительный палец 3, две антифрикционные втулки 4, кольца 5 и 6, которые разжимаются пружиной 7. На внешних 9 и внутренних 10 торцах втулок 4 выполнены храповые зубьями. Кольца 5 и 6 выполнены с храповыми зубьями на внешних торцах 11 со шлицами на внутренней цилиндрической поверхности, установленными с возможностью шлицевого соединения со средней частью 12 пальца 3. Соединительный палец неподвижен относительно охватывающей проушины 1. Формы зубьев соединяемых деталей ответны друг другу. Охватываемая проушина

выполняется составной с запрессованными втулками 13 и 14 и закрывается крышкой 16 с винтами 15. Палец 3 и щека 1 соединены с помощью стопора 17, шайбы 18 и винтов 19.

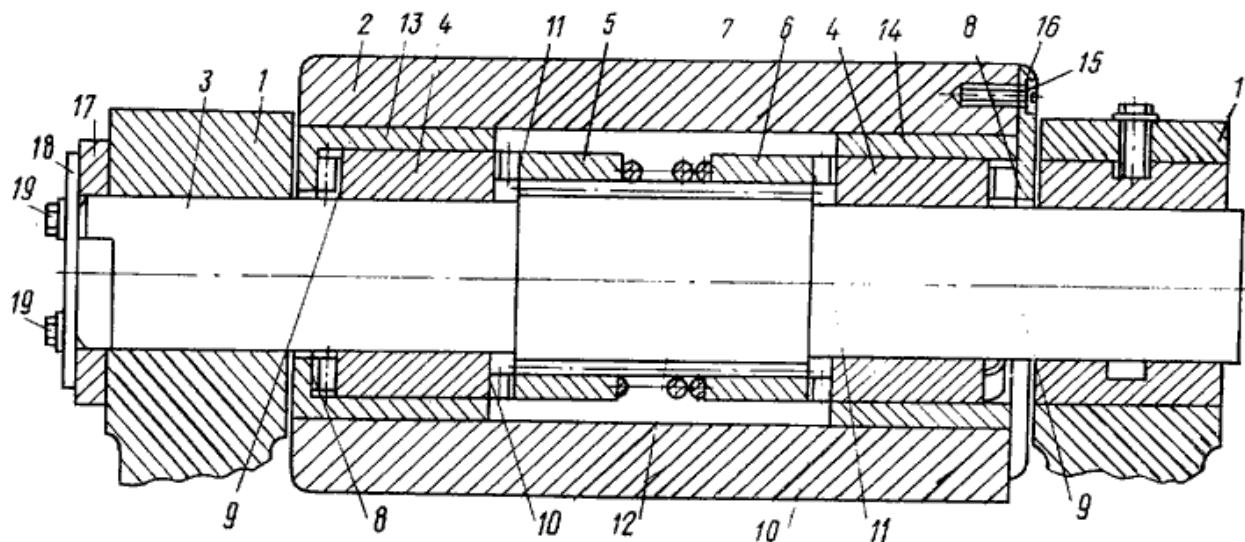


Рисунок 26- Шарнирное соединение

Работает шарнирное соединение следующим образом.

Одновременно поворачиваются палец 3 и кольца 5 и 6, зубья которых зацепляют за собой втулки 4. Таким образом, втулки 4 вместе с пальцем 3 поворачиваются относительно проушины 2 за счёт проскальзывания в храповых соединениях.

При обратном повороте пальца 3 втулки 4 проскальзывают в храповых соединениях с кольцами 5 и 6 и остаются зафиксированными храповыми соединениями относительно проушины 2.

При таком исполнении шарнирного соединения с двумя втулками и устройством принудительной фиксации каждой из них относительно соединительного пальца и охватываемой проушины, обеспечивается одностороннее прерывистое вращение втулок при реверсивном движении пальца.

Существует изобретение, повышающее ресурс узлов трения с реверсивным движением. Достигается это за счёт конструктивного исключения

реверсивного трения и введения в конструкцию шарнира механизма блокировки рабочих поверхностей, при этом происходит автоматическая компенсация износа.

Шарнирное соединение включает в себя палец (вал) 1, средняя часть которого выполнена в виде двух конусов, соединённые основания которых составляют середину вала; охватывающую проушину 2; регулировочные втулки 3, установленные с натягом в щеках охватывающей проушины 2; охватываемую проушину 4, содержащую втулку 5 с внутренней рабочей поверхностью; две втулки 6 с наружной цилиндрической и внутренней конической поверхностями и возможностью поворота как относительно пальца 1, так и относительно втулки охватываемой проушины 5, при этом внутренние конические поверхности втулок 6 ответны конусным поверхностям пальца 1; торцевой стопорный механизм, состоящий из торцевых канавок, выполненных в виде храповых зубьев 7 на наружных торцевых сторонах втулок 6 и блоков пружинных полуколец 8, закреплённых на внутренних торцах втулок 3 со свободными концами II, изогнутых в радиальном направлении и при этом профиль пружинных колец ответен профилю канавок 7, также каждое полукольцо в средней части имеет изгиб I, направленный вершиной к торцам втулок 6 и поджимающий их к середине шарнирного соединения; центральный механизм блокировки, состоящий из канавок в виде храповых зубьев 9, выполненных с внутренней стороны втулки 6; распорной втулки 10, установленной с натягом в втулке 5; пружинных полуколец 11, закреплённых на торцах втулок 10 и имеющих изгиб внутрь в радиальном направлении, полукольца ответны канавкам 9; регулировочную стопорную гайку 12.

При повороте проушины 2 относительно проушины 4 в одну сторону, свободные концы II полушайб 8 входят в зацепление с канавками в виде храповых зубьев 7 двух втулок 6. Втулки начинают движение, в это время свободные концы пружинных колец 11 проскальзывают относительно канавок в виде храповых зубьев 9 вследствие разнонаправленности образующих деталей центрального и торцевого стопорных механизмов. Процесс трения

происходит между наружной поверхностью двух втулок 6 и внутренней поверхностью втулки проушины 5. При движении проушины 2 в обратную сторону, свободные концы полушайб 8 выходят из зацепления с канавками в виде храповых зубьев 7, проскальзывая относительно друг друга. Одновременно в зацепление входят свободные концы пружинных полуколец 11 с канавками в виде храповых зубьев 9 втулок 6, вследствие этого втулки начинают движение. Процесс трения будет происходить между внутренней поверхностью втулок 6 и наружной поверхностью пальца 1.

Таким образом, процесс трения будет поочередно происходить между двумя втулками 6 и втулкой 5, затем между втулками 6 и соединительным пальцем 1. Компенсация зазоров достигается за счёт изгибов I на пружинных полукольцах 8, поджимающих втулки 6 по направлению к середине шарнирного соединения.

Долговечность узла достигается за счёт замены реверсивного движения на прерывистое вращательное, при этом происходит ещё и компенсация зазоров. Однако при достижении зазоров большой величины, они могут быть ликвидированы посредством закручивания стопорной гайкой 12 [17].

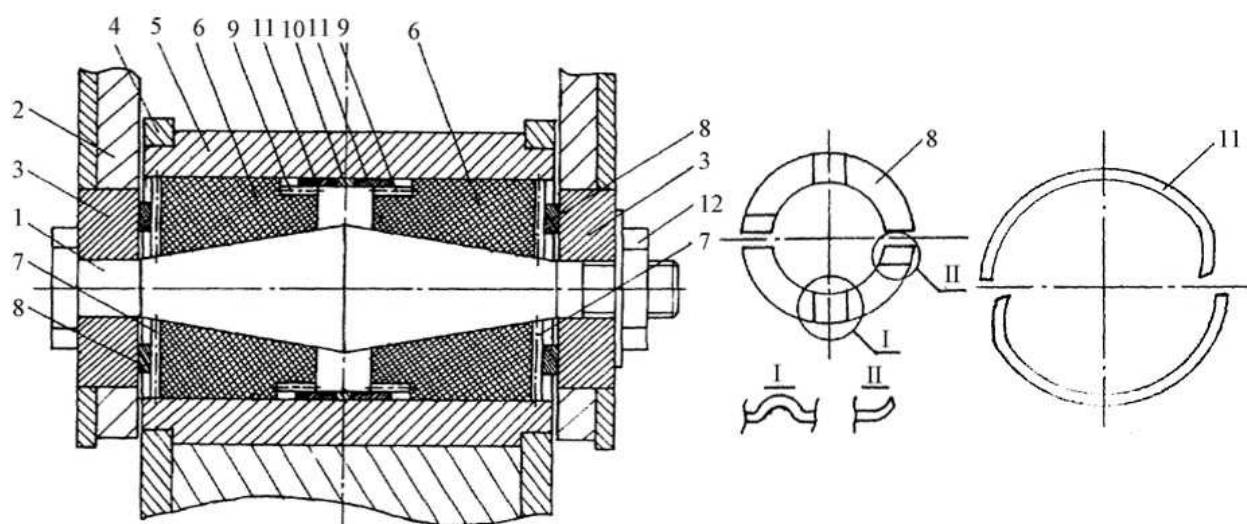


Рисунок 27 – Шарнирное соединение с автоматической компенсацией износа поверхностей

Известно шарнирное соединение, которое включает в себя охватывающую проушину 1, охватываемую проушину 2, две втулки 3 с внутренними и наружными поверхностями рабочими поверхностями, четыре блока пружинных полуколец, составляющих пружинные шайбы 4 – два с правым и два с левым направлением образующей цилиндрической спирали, распорную втулку 5, втулку 6 с внутренней рабочей поверхностью и палец (вал) 7. Антифрикционные втулки 3 выполнены с возможностью поворота как относительно втулки 6, так и относительно пальца 7. Блоки, составляющие пружинные шайбы 4 включают в себя 2 (1...n) сектора кольца. Два блока 4 с разносторонним направлением образующей цилиндрической спирали крепятся к торцевым сторонам распорной втулки 5, установленной с натягом в втулке 6 и два блока 4 с разносторонним направлением образующей цилиндрической спирали крепятся к внутренним сторонам охватывающей проушины 1. На втулках 3 с торцевых сторон выполнены канавки, имеющие вид храповых зубьев, и по направлению ответны направлению свободных концов полуколец блоков составляющих пружинные шайбы 4 с возможностью их заклинивания.

Благодаря наличию механизмов блокировки, состоящих из блоков пружинных шайб 4 и канавок, выполненных в виде храповых зубьев на торцах втулок 3, происходит преобразование реверсивного трения в прерывистое вращательное.

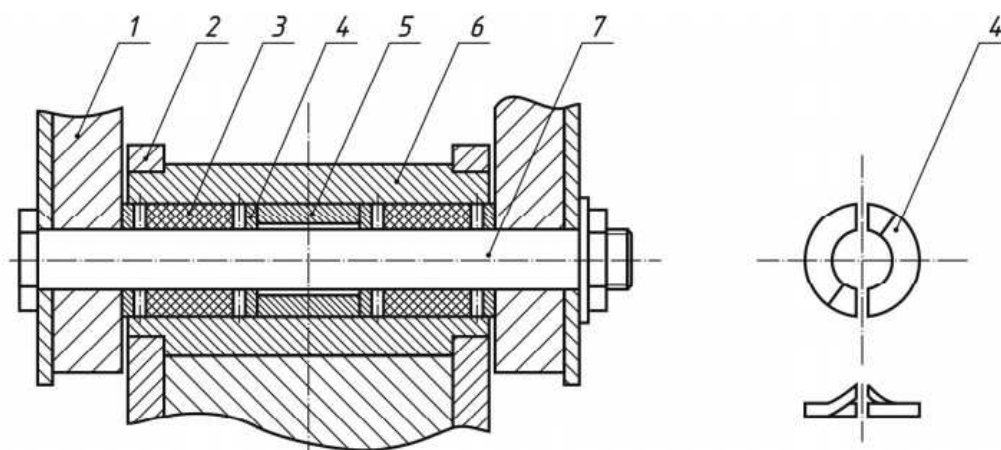


Рисунок 28 – Шарнирное соединение с двумя зонами трения

При повороте охватываемой проушины 2 относительно охватывающей проушины 1, блоки составляющих пружинные шайбы 4, закрепленные на распорной втулке 5 входят в зацепление с храповыми секторами на внутренних торцевых поверхностях антифрикционных втулок 3 и сообщают последним движение, в то время, как, блоки составляющих пружинные шайбы 4 на внутренних торцевых поверхностях охватывающей проушины 1 проскальзывают относительно канавок в виде храповых зубьев на внешних торцевых поверхностях антифрикционных втулок 3 из-за разного направления образующих цилиндрической спирали в блоках составляющих пружинные шайбы 4 и канавок. В этом случае трение происходит между внутренними поверхностями антифрикционных втулок 3 и наружной поверхностью пальца 7. При обратном ходе охватываемой проушины 2 относительно охватывающей проушины 1 блоки составляющих пружинные шайбы 4, закрепленные на торцевых поверхностях распорной втулки 5 выходят из зацепления с канавками в виде храповых зубьев на внутренних торцевых поверхностях антифрикционных втулок 3 и при дальнейшем движении проскальзывают друг относительно друга. Одновременно блоки составляющих пружинные шайбы 4, закрепленные на внутренних торцевых поверхностях охватывающей проушины 1 входят в зацепление с канавками на наружных торцевых поверхностях антифрикционных втулок 3 и сообщают им движение. В этом случае, процесс трения происходит между наружными поверхностями антифрикционных втулок 3 и внутренней поверхностью втулки 6.

Таким образом, за счет механизмов блокировки, реверсивное движение преобразуется в прерывистое вращательное поочередно по внутренним и наружным поверхностям антифрикционных втулок 3. Избавление от реверсивного трения позволяет повысить износостойкость деталей шарнирных соединений почти в 2 раза [18].

Известен другой патент «Шарнирное соединение», результатом которого является повышение надёжности и долговечности шарнирного соединения за счёт устранения одной зоны трения при одновременном исключении

реверсивности трения. Шарнирное соединение включает в себя соединительный палец 1, охватывающую проушину 2, охватываемую проушину 3, гильзу 4 охватываемой проушины, антифрикционные втулки 5 и 6 охватывающей и охватываемой проушин соответственно, пружинные кольца 7, канавки в виде храповых зубьев 8, фиксирующие крышки 9.

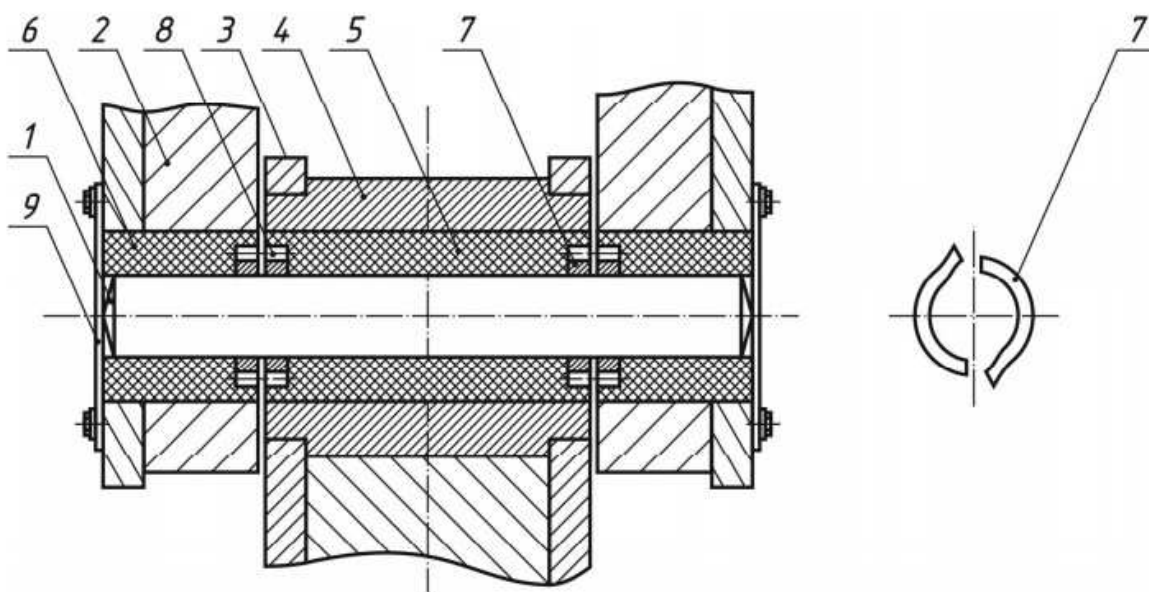


Рисунок 29 – Шарнирное соединение с одной зоной трения

Канавки в виде храповых зубьев, располагающиеся на торцах охватываемой и охватывающей втулок, и пружинные полукольца, закреплённые на соединительном пальце, представляют собой механизм принудительной фиксации.

Предложенное соединение работает следующим образом. При повороте охватываемой проушины 3 в одном направлении поворачивающаяся вместе с ней антифрикционная втулка 5 с выполненными на ней канавками в виде храповых зубьев 8 входит в зацепление с пружинными полукольцами 7, изогнутыми в радиальном направлении и закреплёнными на соединительном пальце 1. Соединительный палец 1 оказывается зафиксированным относительно охватываемой проушины 3 и совершает поворот вместе с ней.

Разное направление образующих канавок в виде храповых зубьев 8 на антифрикционных втулках 6 и пружинных полуколец 7 вызывает относительное проскальзывание, так что процесс трения возникает между соединительным пальцем 1 и антифрикционными втулками 6. При обратном ходе охватываемой проушины 3, канавки в виде храповых зубьев 8 антифрикционной втулки 5 и пружинные кольца 7 выходят из зацепления и одновременно входят в зацепление канавки в виде храповых зубьев 8 и пружинные полукольца 7 антифрикционных втулок 6. Таким образом, соединительный палец 1 оказывается зафиксированным относительно щек охватывающей проушины 2. При этом канавки в виде храповых зубьев 8 на антифрикционной втулке 5 и пружинные полукольца 7 проскальзывают друг относительно друга и процесс трения происходит между соединительным пальцем 1 и антифрикционной втулкой 5.

Таким образом, за счёт механизма блокировки при повороте проушины в одну сторону исключается одна из зон трения, при движении проушины в обратную сторону зоны трения меняются. В итоге происходит преобразование реверсивного трения в прерывистое вращательное. Описанный механизм обеспечивает повышение долговечности шарнирных соединений [19].

3.3 Конструктивное предложение по повышению долговечности опоры траверсы станка-качалки

Для исключения отрицательного эффекта реверса предлагается изменить конструкцию опоры траверсы станка-качалки (рисунок 30).

Решение технической задачи, связанной с повышением срока службы подшипника качения опоры траверсы, основывается на рассмотренных выше патентах, предлагающих замену реверсивного движения вращательным.

Представленный на рисунке 30 узел станка-качалки имеет следующую конструкцию. Подшипник качения устанавливается внешним кольцом 1 в корпус 2 подшипниковой опоры, внутреннее кольцо 3 садится с натягом на

втулку 4. Через втулку проходит ось 5, закрепленная в двух кронштейнах 6, установленных на траверсе 7. Втулка имеет возможность вместе с внутренним кольцом подшипника совершать поворот относительно оси. Корпус подшипниковой опоры жестко крепится к корпусу балансира 10.

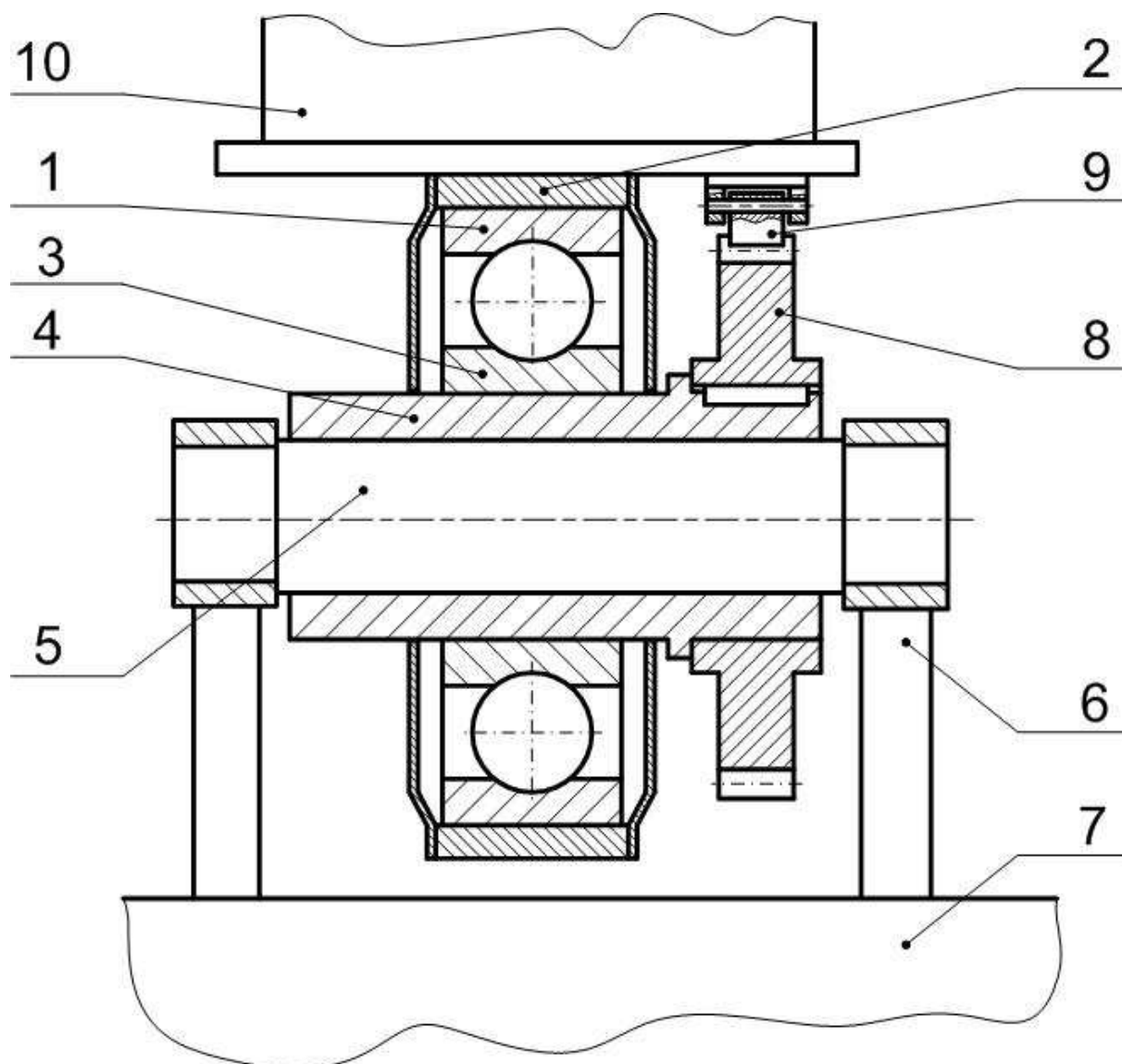
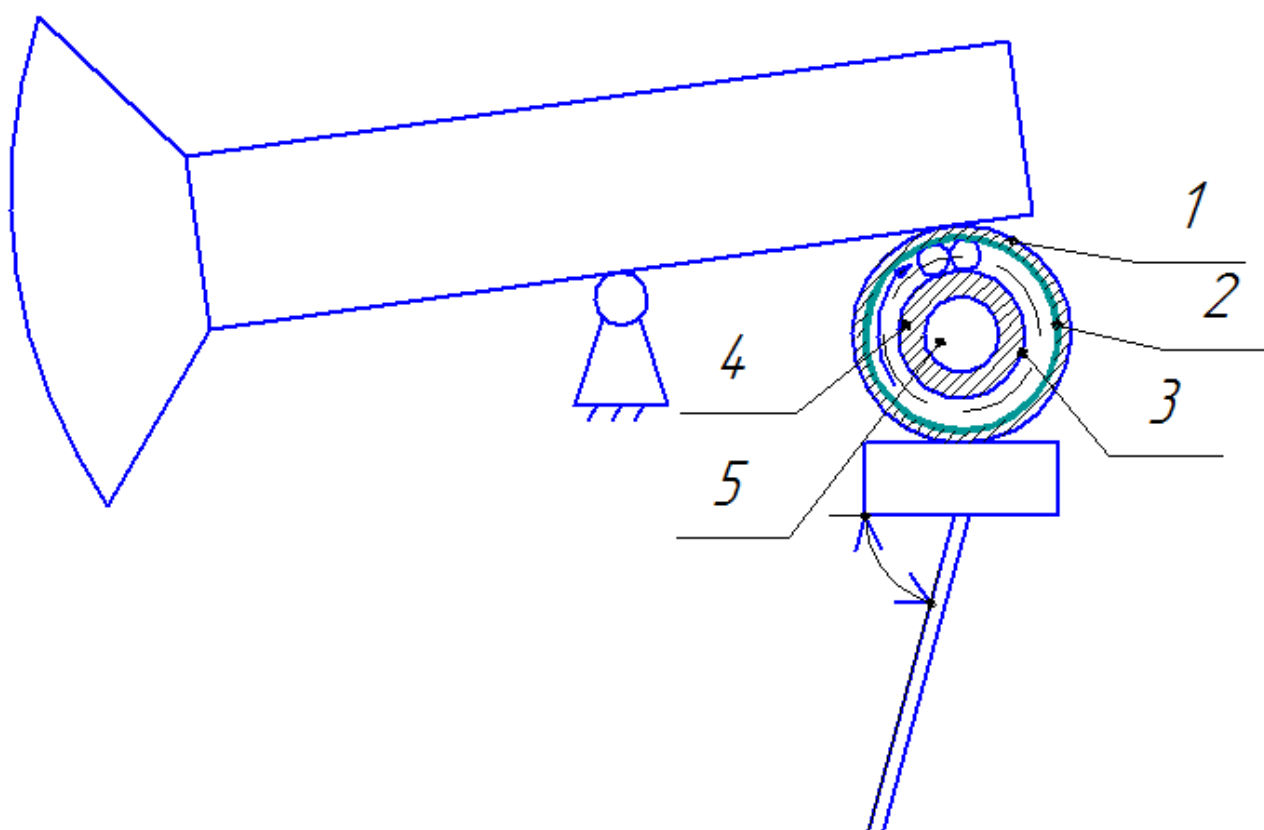


Рисунок 30 - Схема подшипниковой опоры траверсы с храповым механизмом

На втулке с помощью шпоночного соединения устанавливается колесо 8 храпового механизма, который блокирует вращение подшипника в одном из направлений с помощью собачки 9.

Принцип действия данного устройства заключается в следующем. При движении головки балансира вниз плечо балансира вместе с жестко закрепленной на нем опорой 1 поднимается вверх, совершая при этом отклонение на некоторый угол (рисунок 31). В этот момент внутреннее кольцо 3 подшипника качения вместе со втулкой 4 совершает поворот вокруг оси и относительно неподвижного внешнего кольца. Храповый механизм не блокируется, собачка скользит по зубьям храпового колеса.



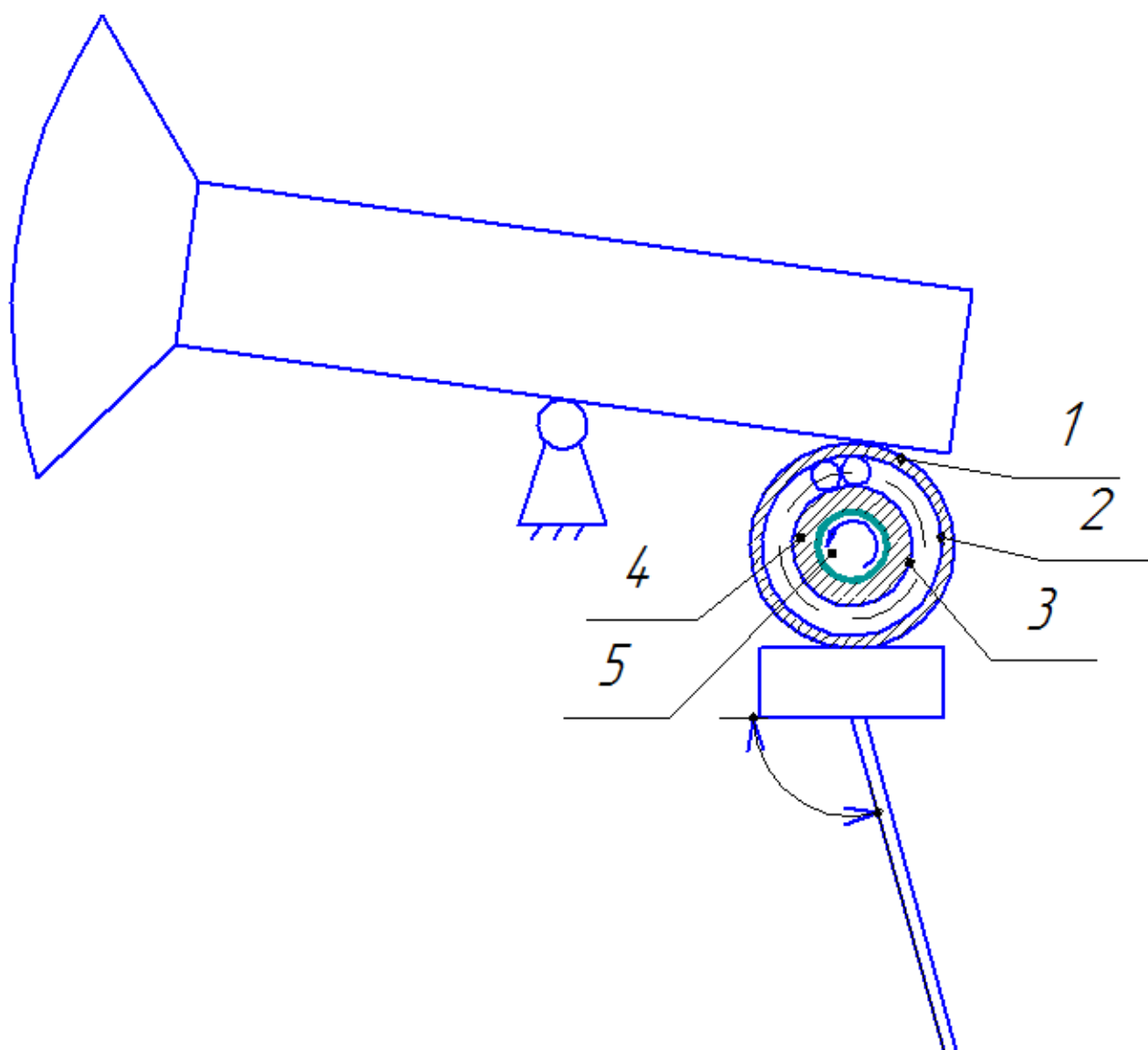
1 – корпус опоры; 2 – наружное кольцо подшипника; 3 – внутреннее кольцо подшипника; 4 – втулка; 5 – ось траверсы

Рисунок 31 – Схема работы конструкции при движении головки балансира вниз

При изменении движения балансира, когда плечо опускается вниз, траверса с опорой также начинают движение вниз (рисунок 32). В этот момент внутреннее кольцо 3 подшипника должно начинать поворот в обратную сторону, но собачка храпового механизма входит в зацепление с зубьями

храпового колеса, тем самым блокируя вращение внутреннего кольца и исключает возможность работы подшипника.

Так как втулка с закрепленными на ней подшипником качения и храповым колесом становятся неподвижными, а действие сил кривошипно-шатунного механизма должно приводить к повороту траверсы относительно балансира, то при движении траверсы вниз возникает скольжение оси опоры траверсы 5 относительно заблокированной втулки 4.



1 – корпус опоры; 2 – наружное кольцо подшипника; 3 – внутреннее кольцо подшипника; 4 – втулка; 5 – ось траверсы

Рисунок 32 – Схема работы конструкции при движении головки балансира вверх

Таким образом, при обратном ходе балансира подшипник качения вместе со втулкой превращаются в один неподвижный подшипник скольжения относительно оси опоры траверсы. Следовательно, при движении траверсы в одну сторону работает подшипник качения, в другую – подшипник скольжения.

При такой работе подшипника реверсивное движение преобразуется в прерывное одностороннее вращательное движение. Это способствует тому, что после каждого цикла качания балансира подшипник качения будет постоянно проворачиваться на определенный угол. Таким образом исключается концентрация нагрузки на одних и тех же площадках контакта и происходит равномерное перераспределение радиальной нагрузки на тела качения и кольца подшипников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была рассмотрена главная причина повышенного износа и, как следствие, быстрого выхода из строя подшипников качения – реверсивное движение. Отрицательное влияние реверсивного трения наблюдается в большом количестве машин и механизмов. Реверсивное движение приводит к быстрому наступлению усталостного изнашивания, приводящего к аварийной остановке оборудования.

Литературно – информационный обзор показал, что проблема повышения долговечности шарнирных соединений, работающих в условиях реверсивного трения, является актуальной технической задачей и в настоящее время. Поэтому в данной работе была поставлена цель - повысить износостойкость опоры траверсы станка-качалки. Для достижения цели были решены следующие задачи:

- проведён анализ отрицательного влияния реверсивного трения на работу узлов;
- рассмотрены конструкции, исключаящие реверсивное трение;
- на основе проведённого патентно-информационного обзора для опоры траверсы станка-качалки разработана конструкция, заменяющая реверсивное движение на прерывистое вращательное.

В техническом предложении, выносимом на защиту, предлагается добавить в конструкцию опоры траверсы механизм принудительной фиксации – храповое колесо и собачка, входящая в зацепление с зубьями храповика. За счёт новой конструкции узла опоры траверсы при повороте в одну сторону будет работать подшипник качения, при обратном повороте - подшипник скольжения. Таким образом, реверсивное вращение сменяется на одностороннее прерывистое вращение. Избавляясь от реверса, мы добиваемся снижения количества дефектов на поверхностях трения, повышаем ресурс подшипникового узла в 2 раза согласно исследованиям Евдокимова В.Д.

Данное техническое решение может быть применено во всех конструкциях балансирных станков-качалок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Серебрянский А. И. Исключение отрицательного эффекта реверса и автоматическая компенсация износов в шарнирах манипуляторов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 20. – С. 3061–3065. – Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2014/54876.htm>.

2 Гуртяков А.М. Типовые механизмы и системы. металлорежущих станков: учебное пособие / А.М. Гуртяков, Б.Б. Мойзес. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 112 с.

3 Евдокимов В.Д. Реверсивность трения и качество машин: монография / В.Д. Евдокимов – Киев: Техника, 1977 - 148 с.

4 Перель Л. Я. Подшипники качения. Расчет, проектирование и обслуживание опор: справочник / Л. Я. Перель - Москва: Машиностроение, 1983. - 543 с.

5 Черменский О.Н., Федотов Н.Н. Подшипники качения: справочник-каталог / О.Н. Черменский, Н.Н. Федотов – Москва: Машиностроение, 2003. – 576 с.

6 Черногоров Е. П. Подшипники качения: учебное пособие / Е. П. Черногоров – Челябинск, 2013. – 31 с.

7 SKF Повреждения подшипников качения и их причины: справочный каталог. – Санкт-Петербург, 2002. - 47с.

8 Пат. 2523872 Российская Федерация, МПК F 16 C 19/18, F 16 C 33/58. Шариковый бессепараторный подшипник качения / Н.В. Галышкин; заявитель и патентообладатель АлтГТУ - № 2012156282/11; заявл.24.12.2012; опубл.27.07.2014, Бюл. № 21. – 5 с.

9 Пат. 2386870 Российская Федерация, МПК F 16 C 33/58, F 16 C 35/06. Устройство для повышения долговечности подшипникового узла / Э.В. Шемякин, Н.А. Чижик; заявитель и патентообладатель "Санкт-Петербургский

государственный технологический университет растительных полимеров" - № 2008130581/11; заявл.23.07.2008; опубл. 20.04.2010, Бюл. № 11. – 6с.

10 Пат. 2529461 Российская Федерация, МПК С 10 М 125/02. Пластичная смазка для тяжело нагруженных узлов трения качения / С.А. Савинков, А.В. Никитин, И.Е. Фёдоров, И.А. Евдокимов; заявитель и патентообладатель ООО Инженерная смазочная компания "МИСКОМ" - № 2013140311/04; заявл. 08.30.2013; опубл.27.09.2014, Бюл. № 27 – 6 с.

11 Пат. 2270379 Российская Федерация, МПК F 16 C 19/34. Способ повышения долговечности подшипника качения с коническими роликами / Н.А. Людин; заявитель и патентообладатель Н.А. Людин - № 2004129937/11; заявл. 15.10.2004; опубл.20.02.2006, Бюл. № 5 – 5 с.

12 Махмудов, С.А. Монтаж, эксплуатация и ремонт скважинных штанговых насосных установок: справочник мастера / С.А. Махмудов. – Москва: Недра, 1987 . - 208с.

13 Бухаленко, Е.И. Монтаж, обслуживание и ремонт нефтепромыслового оборудования: учебник / Е.И. Бухаленко, Ю.Г. Абдулаев. – Москва: Недра, 1985. – 391 с.

14 Аливердизаде К.С. Приводы штангового глубинного насоса / К.С. Аливердизаде - М.: Недра, 1973. – 192с.

15 Справочник мастера по добыче нефти, газа и конденсата. Том 1. Сургут: рекламно-издательский информационный центр «Нефть Приобья» ОАО «Сургутнефтегаз», 2010. - 352 с.

16 А.с. 1170204 СССР, МКИ⁴ F 16 C 11/06. Шарнирное соединение / М.С. Сергеев, С.А. Бушаков; заявитель и патентообладатель Ленинградская ордена Ленина лесотехническая академия им. С.М. Кирова - № 3703463/25-27; заявл. 21.12.83; опубл. 30.07.85, Бюл. № 28. – 2 с.

17 Пат. 2242644 РФ, МПК⁷ F 16 C 11/00. Шарнирное соединение / А.И. Серебрянский, Н.С. Смогунов, Ф.В. Пошарников; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. - № 2003118950/11; заявл. 24.06.03; опубл. 20.12.04, Бюл. №35. – 4 с.

18 Пат.34661 Российская Федерация, МПК⁷ F 16 C 11/06. Шарнирное соединение / Ф.В. Пошарников, Н.С. Смогунов, А.И. Серебрянский; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. - № 003123320/20; заявл. 28.07.03; опубл. 10. 12. 03, Бюл. №34 – 5 с.

19 Пат. 2246051 РФ, МПК⁷ F 16 C 11/00. Шарнирное соединение / Ф.В. Пошарников, А.И. Серебрянский; заявитель и патентообладатель ВГЛТА.- № 2003119908/11; заявл. 30.06.03; опубл. 10.02.05, Бюл. № 4. – 6 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Патент SU № 1170204



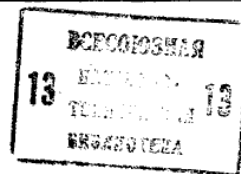
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1170204** **A**

(51) 4 F 16 C 11/06

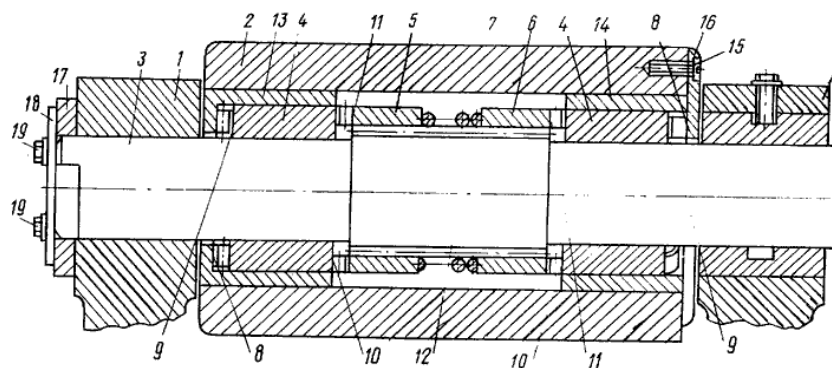
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3703463/25-27
(22) 21.12.83
(46) 30.07.85. Бюл. № 28
(72) М. С. Сергеев и С. А. Бушаков
(71) Ленинградская ордена Ленина лесотехническая академия им. С. М. Кирова
(53) 621.828 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1008525, кл. F 16 C 11/06, 1981.
(54) (57) 1. ШАРНИРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ, содержащее охватывающую проушину с двумя щеками, охватываемую проушину и соединительный палец, отличающееся тем, что, с целью повышения износоустойчивости трущихся поверхностей путем устранения реверсивного трения, оно дополнительно снабжено двумя втулками, установленными с возможностью поворота как относительно охватываемой проушины, так и относительно соединительного пальца, и устройством принудительной фиксации каждой из них относительно охватываемой проушины, при одном направлении поворота охватывающей проушины и относительно соединительного пальца при обратном направлении поворота.

2. Соединение по п. 1, отличающееся тем, что на обоих торцах каждой из указанных втулок выполнены храповые зубья, направления которых на торцах различны, на обоих торцах охватываемой проушины выполнены храповые зубья, форма которых ответна форме зубьев на внешних торцах втулок, а между втулками установлены два разжимаемых пружиной кольца, каждое из которых выполнено с храповыми зубьями на внешнем торце, форма которых ответна форме зубьев на внутреннем торце соответствующей втулки.



(19) **SU** (11) **1170204** **A**

Изобретение относится к машиностроению, в частности к цилиндрическим кинематическим парам с реверсивным вращательным движением в пределах угла, меньшем 360° .

Цель изобретения — повышение износоустойчивости трущихся поверхностей путем устранения реверсивного трения за счет того, что шарнирное соединение дополнительно снабжено двумя втулками, установленными с возможностью поворота как относительно охватываемой проушины, так и относительно соединительного пальца, и устройством принудительной фиксации каждой из них относительно охватываемой проушины, при одном направлении поворота охватывающей проушины и относительно соединительного пальца при обратном направлении поворота, кроме того, на обоих торцах каждой из указанных втулок выполнены храповые зубья, направления которых на торцах различны, на обоих торцах охватываемой проушины выполнены храповые зубья, форма которых ответна форме зубьев на внешних торцах втулок, а между втулками установлены два разжимаемых пружиной кольца, каждое из которых выполнено с храповыми зубьями на внешнем торце, форма которых ответна форме зубьев на внутреннем торце соответствующей втулки, и со шлицами, установленными с возможностью взаимодействия со шлицами соединительного пальца.

На чертеже схематически изображено шарнирное соединение, разрез.

Шарнирное соединение содержит охватывающую проушину (не показана) с двумя щеками 1, охватывающую проушину 2, соединительный палец 3, две втулки 4, два кольца 5 и 6, разжимаемые пружиной 7.

Охватываемая проушина 2 выполнена с храповыми зубьями на внутренних торцах 8.

Втулки 4 выполнены с храповыми зубьями на внешних 9 и на внутренних 10 торцах.

Кольца 5 и 6 выполнены с храповыми зубьями на внешних торцах 11 и со шлицами на внутренней цилиндрической поверхности, установленными с возможностью шлицевого соединения со средней частью 12 соединительного пальца 3.

Соединительный палец 3 неподвижно соединен со щеками 1 охватывающей проушины. Втулки 4 установлены с возможностью вращательного и поступательного движений относительно охватываемой проушины 2 и относительно соединительного пальца 3.

Кольца 5 и 6 установлены с возможностью поступательного движения относительно пальца 3.

В каждом храповом соединении форма зубьев одной из соединяемых деталей ответна форме зубьев другой детали.

Охватываемая проушина может быть выполнена составной с запрессованными втулками 13 и 14 и закрепленной винтами 15 крышкой 16.

Палец 3 может быть соединен со щекой 1 посредством стопора 17, шайбы 18 и винтов 19.

Шарнирное соединение работает следующим образом.

При повороте пальца 3 в одном из направлений поворачивающиеся совместно с ним кольца 5 и 6 своими зубьями увлекают за собой втулки 4.

При этом втулки 4 поворачиваются в том же направлении относительно проушины 2 и движутся поступательно относительно проушины 2 и пальца 3 за счет проскальзывания в храповых соединениях с проушиной 2.

При повороте пальца 3 в обратном направлении втулки 4 проскальзывают в храповых соединениях с кольцами 5 и 6 и оказываются зафиксированными относительно проушины 2 храповыми соединениями.

Выполнение шарнирного соединения с двумя втулками и устройством принудительной фиксации каждой из них относительно охватываемой проушины и относительно соединительного пальца обеспечивает одностороннее циклическое вращение втулок при реверсировании соединительного пальца, чем обеспечивается однонаправленный износ их наружных поверхностей, при одном из направлений поворота пальца, и однонаправленный износ их внутренних поверхностей, при другом направлении поворота пальца, причем износу подлежат не части трущихся поверхностей в пределах угла поворота, а целиком все трущиеся поверхности, что обеспечивает повышение износоустойчивости трущихся поверхностей.

Редактор С. Тимохина
Заказ 4689/33

Составитель В. Романенко
Техред И. Верес
Тираж 812

Корректор В. Гирняк
Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
Филиал ППП «Патент», г. Ужгород, ул. Проектная, 4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Патент РФ № 2242644

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **2 242 644** (13) C1



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(51) МПК
[F16C 11/00 \(2000.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 27.06.2008)

(21)(22) Заявка: [2003118950/11](#), 24.06.2003

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.06.2003

(45) Опубликовано: 20.12.2004 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1170204 A1, 30.07.1985, US
3432214 A, 11.03.1969, US 4203684 A,
20.05.1980, US 3554588 A, 12.01.1971, SU
1008525 A1, 30.03.1983.

Адрес для переписки:
394613, г.Воронеж, ул. Тимирязева, 8,
ВГЛТА, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Серебрянский А.И. (RU),
Смогунов Н.С. (RU),
Пожарников Ф.В. (RU)

(73) Патентообладатель(и):

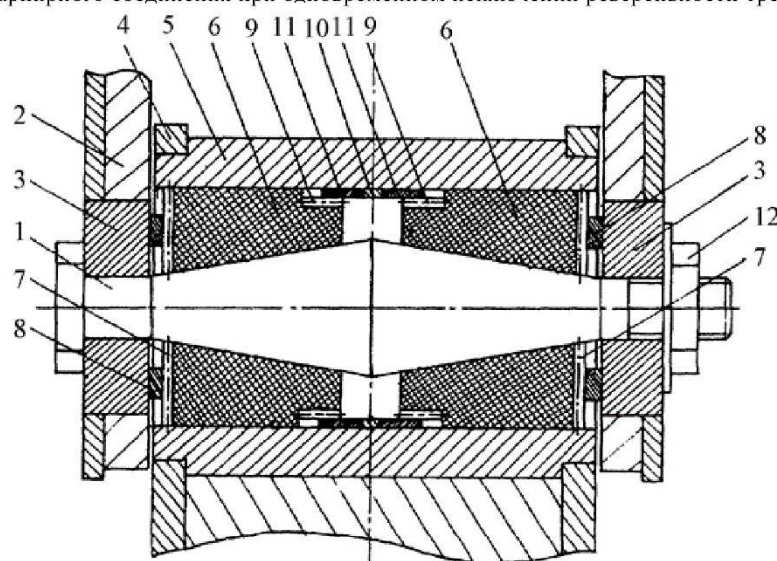
Воронежская государственная
лесотехническая академия (RU)

(54) ШАРНИРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению, в частности к кинематическим парам с реверсивным вращательным движением, и может использоваться в манипуляторах, исполнительных органах горных машин, в стрелах грузоподъемных устройств. Устройство содержит охватывающую проушину с двумя щеками, охватываемую проушину, соединительный палец, две втулки, механизм принудительной фиксации, распорную втулку, на торцах которой установлены пружинные полукольца, имеющие свободные концы, изогнутые в радиальном направлении к центру шарнирного соединения и взаимодействующие с канавками в виде храповых зубьев, выполненных на части внешних цилиндрических поверхностей двух втулок, и две регулировочные втулки, положение которых относительно охватывающей проушины и соединительного пальца регулируется регулировочной стопорной гайкой, установленные в щеках охватывающей проушины, на внутренних торцах которых закреплены пружинные полушайбы, каждая из которых имеет в средней части изгиб, вершиной направленный к торцам двух втулок и поджимающий их, и свободный конец, изогнутый в осевом направлении и взаимодействующий с канавками в виде храповых зубьев, выполненными на торцах двух втулок, причем направления свободных концов пружинных полушайб и пружинных полуколец различно, кроме того, средняя часть соединительного пальца выполнена в виде двух конусов, основания которых составляют середину соединительного пальца, а внутренние поверхности двух втулок выполнены также конусными и ответными конусным поверхностям соединительного пальца. Технический результат - компенсация и

регулировка износовых зазоров и повышение надежности и долговечности шарнирного соединения при одновременном исключении реверсивности трения. 3 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к машиностроению, в частности к кинематическим парам с реверсивным вращательным движением, и может использоваться в манипуляторах, исполнительных органах горных машин, в стрелах грузоподъемных устройств.

Известно шарнирное соединение с двумя втулками, установленными с возможностью поворота как относительно охватываемой проушины, так и относительно соединительного пальца, и устройством принудительной фиксации каждой из них относительно охватываемой проушины при одном направлении поворота охватываемой проушины и относительно соединительного пальца при обратном направлении поворота, кроме того, на обоих торцах каждой из указанных втулок выполнены храповые зубья, направления которых на торцах различны, на обоих торцах охватываемой проушины выполнены храповые зубья, форма которых ответна форме зубьев на внешних торцах втулок, а между втулками установлены два разжимаемых пружиной кольца, каждое из которых выполнено с храповыми зубьями на внешнем торце, форма которых ответна форме зубьев на внутреннем торце соответствующей втулки, и со шлицами, установленными с возможностью взаимодействия со шлицами соединительного пальца (SU Авторское свидетельство №1170204 А, кл. F 16 C 11/06, 30.07.85, Бюл. №28).

Недостатком данного шарнирного соединения является невозможность компенсации и регулировки износовых зазоров и сложность конструктивного исполнения механизма принудительной фиксации.

Изобретение решает задачу компенсации и регулировки износовых зазоров и повышения надежности и долговечности шарнирного соединения при одновременном исключении реверсивности трения.

Для этого в шарнирном соединении, содержащем охватывающую проушину, охватываемую проушину, соединительный палец, две втулки и механизм принудительной фиксации, согласно изобретению дополнительно введены распорная втулка, на торцах которой установлены пружинные полукольца, имеющие свободные концы, изогнутые в радиальном направлении к центру шарнирного соединения и взаимодействующие с канавками в виде храповых зубьев, выполненных на части внешних цилиндрических поверхностей двух втулок, и две регулировочные втулки, положение которых относительно охватываемой проушины и соединительного пальца регулируется регулировочной стопорной гайкой, установленные в щеках охватываемой проушины, на внутренних торцах которых закреплены пружинные полушайбы, имеющие в средней части изгиб, вершиной направленный к торцам двух втулок и поджимающий их, и свободный конец, изогнутый в осевом направлении и взаимодействующий с канавками в виде храповых зубьев, выполненными на торцах двух втулок, причем направления свободных концов пружинных полушайб и пружинных полуколец различно, кроме того, средняя часть соединительного пальца выполнена в виде двух конусов, основания которых составляют середину

соединительного пальца, а внутренние поверхности двух втулок выполнены также конусными и ответными конусным поверхностям соединительного пальца.

На фигуре 1 изображено шарнирное соединение в разрезе, на фигуре 2 - пружинные полуколыца, на фигуре 3 - стопорные полуколыца.

Шарнирное соединение содержит соединительный палец 1, охватывающую проушину 2, регулировочные втулки 3, охватываемую проушину 4, втулку охватываемой проушины 5, две втулки 6, торцевые канавки в виде храповых зубьев 7, пружинные полушайбы 8, наружные канавки в виде храповых зубьев 9, распорную втулку 10, пружинные полуколыца 11, регулировочная стопорная гайка 12.

Две втулки 6 установлены с возможностью поворота как относительно соединительного пальца 1, так и относительно втулки охватываемой проушины 5. Регулировочные втулки 3 установлены с натягом в щеках охватывающей проушины 2, а соединительный палец 1 установлен также с натягом в регулировочных втулках 3. Профили канавок в виде храповых зубьев 7 и 9 разнонаправлены относительно друг друга в радиальном направлении, и свободные концы пружинных полушайб 8 и пружинных полуколец 11 также разнонаправлены.

В предложенном шарнирном соединении автоматическая компенсация износа достигается за счет упругости изгибов I на пружинных полушайбах 8, а при достижении износовых зазоров большой величины за счет закручивания регулировочной стопорной гайки 12, кроме того, реверсивное трение преобразуется в прерывистое вращательное посредством торцевых и цилиндрических механизмов принудительной фиксации, состоящих соответственно из пружинных полушайб 8, взаимодействующих с канавками в виде храповых зубьев 7 и пружинных полуколец 11, взаимодействующих с канавками в виде храповых зубьев 9.

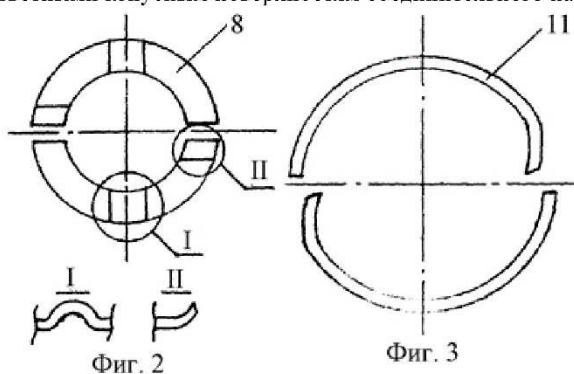
Шарнирное соединение работает следующим образом. При повороте охватывающей проушины 2 относительно охватываемой проушины 4 в одну сторону, свободные концы II пружинных полушайб 8 входят в зацепление с канавками в виде храповых зубьев 7 двух втулок 6, сообщая движение последним, в то время как свободные концы пружинных полуколец 11 проскальзывают относительно канавок в виде храповых зубьев 9 из-за разного направления образующих деталей центрального и торцевого стопорных механизмов. В этом случае процесс трения происходит между наружной поверхностью двух втулок 6 и внутренней поверхностью втулки охватываемой проушины 5. При реверсировании, т.е. повороте охватывающей проушины 2 относительно охватываемой проушины 4 в обратную сторону, свободные концы пружинных полушайб 8 выходят из зацепления с канавками в виде храповых зубьев 7 и при дальнейшем движении проскальзывают относительно друг друга, одновременно свободные концы пружинных полуколец 11 входят в зацепление с канавками в виде храповых зубьев 9 двух втулок 6, сообщая последним движение. В этом случае процесс трения будет происходить между внутренней поверхностью двух втулок 6 и наружной поверхностью соединительного пальца 1. Таким образом, при реверсивном движении охватывающей проушины 2 и охватываемой проушины 4 относительно друг друга трение между соединительным пальцем 1, двумя втулками 6 и втулкой охватываемой проушины 5, составляющих подшипники скольжения, преобразуется во вращательное, причем процесс трения происходит в двух зонах трения, поочередно между двумя втулками 6 и втулкой охватываемой проушины 5 и между двумя втулками 6 и соединительным пальцем 1, т.е. относительно каждой рабочей поверхности двух втулок 6, и реверсивный процесс трения преобразуется в прерывистый вращательный. Компенсация износовых зазоров достигается за счет изгибов I (фиг.2) на пружинных полушайбах 8, которые поджимают две втулки 6 по направлению к середине шарнирного соединения. При достижении износовых зазоров большой величины, они ликвидируются посредством закручивания регулировочной стопорной гайки 12.

В предложенном шарнирном соединении за счет упругости изгибов на пружинных полукольцах достигается автоматическая компенсация износа поверхностей, а при достижении большой величины износа, последний ликвидируется посредством закручивания регулировочной гайки, кроме того, вращательное движение преобразуется в прерывистое вращательное посредством механизмов принудительной фиксации, состоящих из пружинных полушайб, пружинных полуколец и канавок в виде храповых зубьев, взаимодействующих между собой, в результате чего повышается надежность и долговечность узла трения.

Формула изобретения

Шарнирное соединение, содержащее охватывающую проушину, охватываемую проушину, соединительный палец, две втулки и механизм принудительной фиксации,

отличающееся тем, что оно дополнительно содержит распорную втулку, на торцах которой установлены пружинные полукольца, имеющие свободные концы, изогнутые в радиальном направлении к центру шарнирного соединения и взаимодействующие с канавками в виде храповых зубьев, выполненных на части внешних цилиндрических поверхностей двух втулок, и две регулировочные втулки, положение которых относительно охватывающей проушины и соединительного пальца регулируется регулировочной стопорной гайкой, установленные в щеках охватывающей проушины, на внутренних торцах которых закреплены пружинные полушайбы, каждая из которых имеет в средней части изгиб, вершиной направленный к торцам двух втулок и поджимающий их, и свободный конец, изогнутый в осевом направлении и взаимодействующий с канавками в виде храповых зубьев, выполненными на торцах двух втулок, причем направления свободных концов пружинных полушайб и пружинных полуколец различно, кроме того, средняя часть соединительного пальца выполнена в виде двух конусов, основания которых составляют середину соединительного пальца, а внутренние поверхности двух втулок выполнены также конусными и ответными конусным поверхностям соединительного пальца.



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: [2003118950](#)

Дата прекращения действия патента: **25.06.2005**

Извещение опубликовано: [20.03.2007](#)

БИ: 08/2007

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Полезная модель № 34661

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **34 661** (13) U1



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ
(51) МПК
[F16C 11/06 \(2000.01\)](#)

(12) ФОРМУЛА ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 19.09.2011)
Пошлина: учтена за 1 год с 28.07.2003 по 28.07.2004

(21)(22) Заявка: [2003123320/20](#), 28.07.2003

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.07.2003

(45) Опубликовано: 10.12.2003 Бюл. № 34

Адрес для переписки:
394613, г.Воронеж, ул. Тимирязева, 8,
ВГЛТА, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Пошарников Ф.В.,
Смогунов Н.С.,
Серебрянский А.И.

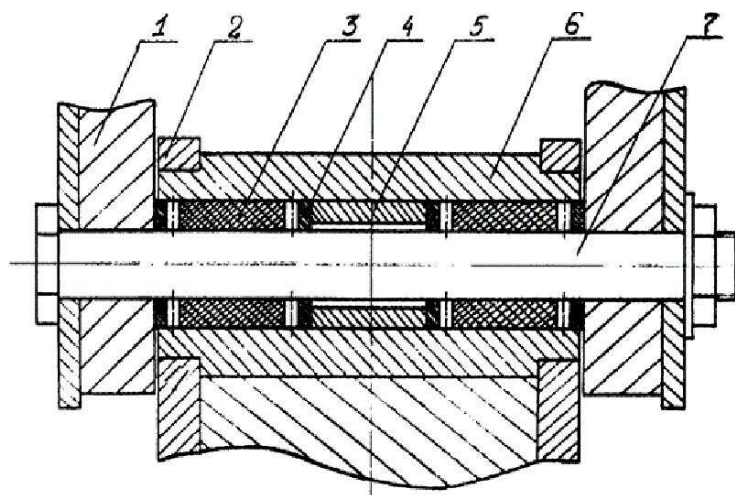
(73) Патентообладатель(и):

Воронежская государственная
лесотехническая академия

(54) Шарнирное соединение

Формула полезной модели

Шарнирное соединение, содержащее охватываемую проушину с двумя щеками, охватываемую проушину и соединительный палец, отличающееся тем, что между двумя втулками установлена распорная втулка, на торцах которой закреплены пружинные полукольца, взаимодействующие с храповыми зубьями двух втулок, на внутренних торцевых сторонах щек охватывающей проушины также закреплены пружинные полукольца, взаимодействующие с храповыми зубьями двух втулок, причем направление храповых зубьев на торцах каждой из двух втулок различно.



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Патент РФ № 2246051



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003119908/11, 30.06.2003
(24) Дата начала действия патента: 30.06.2003
(45) Опубликовано: 10.02.2005 Бюл. № 4
(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 1170204 A1, 30.07.1985. SU 1008525 A1, 30.03.1983. US 4203684 A, 20.05.1980. US 3554588 A, 12.01.1971.

Адрес для переписки:
394613, г.Воронеж, ул. Тимирязева, 8, ВГЛТА,
патентный отдел

(72) Автор(ы):
Пошарников Ф.В. (RU),
Серебрянский А.И. (RU)
(73) Патентообладатель(ли):
Воронежская государственная лесотехническая
академия (ВГЛТА) (RU)

(54) ШАРНИРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению, в частности к цилиндрическим кинематическим парам с реверсивным вращательным движением, и может использоваться в манипуляторном технологическом оборудовании. Устройство содержит охватывающую проушину, охватываемую проушину, соединительный палец, гильзу охватываемой проушины, две втулки в щеках охватывающей проушины, втулку охватываемой проушины и механизм принудительной фиксации, состоящий из канавок в виде храповых зубьев и

блоков пружинных полуколец с возможностью их взаимодействия, причем профили канавок в виде храповых зубьев на втулках, установленных в щеках охватывающей проушины, и втулке охватываемой проушины и свободных концов соответствующих им пружинных полуколец различны по направлению. Технический результат – повышение надежности и долговечности шарнирного соединения за счет устранения одной зоны трения при одновременном исключении реверсивности трения. 2 ил.

RU 2 246 051 C1

RU 2 246 051 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2003119908/11, 30.06.2003

(24) Effective date for property rights: 30.06.2003

(45) Date of publication: 10.02.2005 Bull. 4

Mail address:
394613, g. Voronezh, ul. Timirjazeva, 8, VGLTA,
patentnyj otdel

(72) Inventor(s):
Poshamnikov F.V. (RU),
Serebrjanskij A.I. (RU)

(73) Proprietor(s):
Voronezhskaja gosudarstvennaja
lesotekhnicheskaja akademija (VGLTA) (RU)

(54) JOINT COUPLING

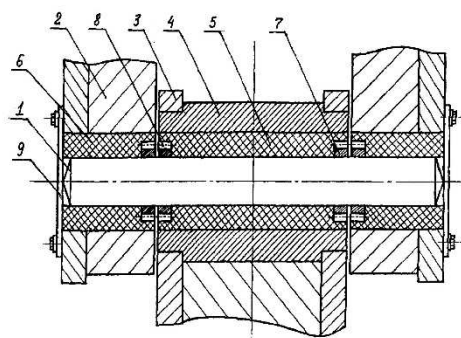
(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering.

SUBSTANCE: joint coupling comprises female lug, male lug, joining pin, sleeve of the female lug, two bushings in the webs of the female lug, bushing of the female lug, and mechanism for forced locking. The mechanism for forced locking has grooves made of ratchet teeth and unit of spring semi-rings mounted for permitting their co-operation. The shapes of the grooves in the bushings mounted in the webs of the female lug and bushing of the male lug and free ends of the corresponding spring semi-rings are directed oppositely.

EFFECT: enhanced reliability and prolonged service life of pivoting joint.

2 dwg



Фиг. 1

RU 2 246 051 C1

RU 2 246 051 C1

Изобретение относится к машиностроению, в частности к цилиндрическим кинематическим парам с реверсивным вращательным движением, и может использоваться в манипуляторном технологическом оборудовании.

Известно шарнирное соединение с двумя втулками, установленными с возможностью поворота как относительно охватываемой проушины, так и относительно соединительного пальца, и устройством принудительной фиксации каждой из них относительно охватываемой проушины, при одном направлении поворота охватывающей проушины и относительно соединительного пальца при обратном направлении поворота, кроме того, на обоих торцах каждой из указанных втулок выполнены храповые зубья, направления которых на торцах различны, на обеих торцах охватываемой проушины выполнены храповые зубья, форма которых ответна форме зубьев на внешних торцах втулок, а между втулками установлены два разжимаемых пружиной кольца, каждое из которых выполнено с храповыми зубьями на внешнем торце, форма которых ответна форме зубьев на внутреннем торце соответствующей втулки, и со шлицами, установленными с возможностью взаимодействия со шлицами соединительного пальца (SU Авторское свидетельство №1170204 А, кл. F 16 C 11/06, 30.07.85, Бюл. №28).

Недостатком данного шарнирного соединения является наличие двух конструктивных зазоров и двух зон трения, в результате чего при действии динамических нагрузок снижается износостойкость узла трения.

Изобретение решает задачу повышения надежности и долговечности шарнирного соединения за счет устранения одной зоны трения при одновременном исключении реверсивности трения.

Для этого в шарнирном соединении, содержащем охватывающую проушину, охватываемую проушину, соединительный палец, гильзу охватываемой проушины, втулку охватываемой проушины и механизм принудительной фиксации, согласно изобретению, дополнительно установлены две втулки в щеках охватывающей проушины, а механизм принудительной фиксации представляет собой канавки в виде храповых зубьев, расположенные на внутренних торцах втулок охватывающей проушины и на торцах втулки охватываемой проушины, и блоки пружинных полуколец, закрепленные на соединительном пальце и выполненные с возможностью взаимодействия с упомянутыми канавками.

На фигуре 1 изображено шарнирное соединение в разрезе, на фигуре 2 - пружинные полукольца 7.

Шарнирное соединение содержит соединительный палец 1, охватывающую проушину 2, охватываемую проушину 3, гильзу 4 охватываемой проушины, втулку 5 охватываемой проушины, втулки 6 охватывающей проушины, пружинные полукольца 7, канавки в виде храповых зубьев 8, фиксирующие крышки 9.

Втулки охватывающей проушины 6 и втулка охватываемой проушины 5 установлены с возможностью поворота относительно соединительного пальца 1, причем две втулки 6 установлены в щеках охватывающей проушины 2 и имеют устройство принудительной фиксации относительно соединительного пальца 1 при одном направлении поворота охватывающей проушины 2 относительно охватываемой проушины 3, и одна втулка 5 установлена в гильзе 4 охватываемой проушины 3, имеющая устройство принудительной фиксации относительно соединительного пальца 1 при обратном направлении поворота. Кроме того, на части внутренних цилиндрических поверхностей со стороны внутренних торцов втулок 6, установленных в щеках охватывающей проушины 2 и на части внутренних цилиндрических поверхностей, на торцах втулки 5, установленной в гильзе 4 охватываемой проушины, выполнены канавки в виде храповых зубьев 8, направления которых у втулок 6 охватывающей проушины и втулки 5 охватываемой проушины различны, а на соединительном пальце 1 закреплены пружинные полукольца 7, имеющие свободные концы, профиль которых ответен профилю канавок в виде храповых зубьев 8, пружинные полукольца 7 и канавки в виде храповых зубьев 8 выполнены с возможностью их взаимодействия.

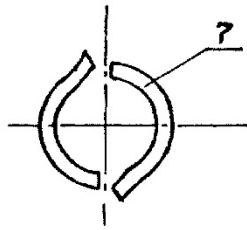
Предложенное шарнирное соединение работает следующим образом. При повороте охватываемой проушины 3 в одном направлении поворачивающаяся вместе с ней втулка 5 с канавками в виде храповых зубьев 8 входит в зацепление с пружинными полукольцами 7, жестко закрепленными на соединительном пальце 1, и соединительный палец 1 оказывается зафиксированным относительно охватываемой проушины 3 и поворачивается вместе с ней. При этом, из-за разного направления образующих канавок в виде храповых зубьев 8 на втулках 6 охватывающей проушины и пружинных полуколец 7, канавки в виде храповых зубьев 8, выполненные на втулках 6, и пружинные полукольца 7 проскальзывают друг относительно друга и процесс трения происходит между соединительным пальцем 1 и втулками 6 охватывающей проушины. При повороте охватываемой проушины 3 в обратном направлении канавки в виде храповых зубьев 8, выполненные на втулке охватываемой проушины 5, и пружинные полукольца 7 выходят из зацепления и одновременно входят в зацепление канавки в виде храповых зубьев 8 и пружинные полукольца 7 втулок 6 охватывающей проушины, в результате чего соединительный палец 1 оказывается зафиксированным относительно щеки охватывающей проушины 2. При этом канавки в виде храповых зубьев 8 на втулке 5 охватываемой проушины и пружинные полукольца 7 проскальзывают друг относительно друга и процесс трения происходит между соединительным пальцем 1 и втулкой 5.

Таким образом, за счет введения в конструкцию втулок 6 охватывающей проушины ликвидируется одна зона трения (один радиальный зазор), а за счет разнонаправленных образующих канавок в виде храповых зубьев 8 и свободных концов пружинных полуколец 7 на втулке 5 охватываемой проушины и втулках 6 охватывающей проушины процесс трения будет происходить поочередно между соединительным пальцем 1 и втулкой 5 охватываемой проушины и между соединительным пальцем 1 и втулками 6 охватывающей проушины, причем соединительный палец 1 все время будет вращаться в одну сторону.

В предложенном шарнирном соединении, за счет введения дополнительных антифрикционных втулок и упрощения конструкции механизма принудительной фиксации, упраздняется одна зона трения (один радиальный зазор), в результате чего снижается степень влияния динамических нагрузок и повышается надежность и долговечность узла трения.

Формула изобретения

Шарнирное соединение, содержащее охватывающую проушину, охватываемую проушину, соединительный палец, гильзу охватываемой проушины, втулку охватываемой проушины и механизм принудительной фиксации, отличающееся тем, что дополнительно содержит две втулки, установленные в щеках охватывающей проушины, а механизм принудительной фиксации представляет собой канавки в виде храповых зубьев, располагающиеся на внутренних торцах втулок охватывающей проушины и на торцах втулки охватываемой проушины, и блоки пружинных полуколец, закрепленные на соединительном пальце и выполненные с возможностью взаимодействия с упомянутыми канавками.



Фиг. 2

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

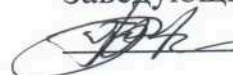
Графические материалы

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа
Технологические машины и оборудование нефтегазового комплекса

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Э.А. Петровский

« 06 » июня 2017г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

21.03.01.07 «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов
нефтегазового производства»

Повышение износостойкости опор траверсы станка-качалки

Руководитель



к.т.н., доцент

С.Г. Докшанин

Выпускник



Е.С. Калошина

Красноярск 2017